



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



Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques
Département des sciences géologiques

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de **MASTER**

Spécialité: Géologie appliquée.

Option : Ressources Minérales Géomatériaux et Environnement.

Thème

**Cartographie SIG au 1/200.000 dans la
région de l'Ougarta : Géologie et
minéralisations associées. Application aux
feuilles de Oglat Mohamed, Hassi ouled Saïd
et Kerzaz**

Réalisé par :
Mr AYACHE Tarik
Mr BOUKRIF Amar

Encadré par :
Dr. ZEGHOUANE. H

*Soutenu publiquement le 16-01-2022
Devant le Jury composé de :*

President:	MAA	Mr F.AMROUCHE
Examinatrice:	MAA	Mme D. IZRI
Promoteur :	MCB	Dr H. ZEGHOUANE

Promotion 2021 - 2022

Remerciement

Nous tenons à remercier en premier lieu le bon Dieu, de nous avoir donné la force, la patience, la volonté afin d'accomplir ce travail qui présente le fruit de plusieurs années de sacrifices.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promoteur : Mr ZEGHOUANE Hocine, pour sa précieuse aide, ces orientations et le temps qu'IL nous a accordé pour notre encadrement.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre travail et de nous avoir honorés par leur présence.

NOUS remercions tous nos chers professeurs de département des sciences géologiques qui nous entouré durant tout notre cursus avec leur bienveillance, leur encadrement et leur dévouement.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique du département des sciences géologiques U.M.M.T.O ainsi que nous camarades.



Dédicace

NOUS TENONS tout d'abord à Dédier ce modeste travail à NOS chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de Nos études ;

AMAR

Ma chère sœur DIDA et son époux OMAR et ROROCHE et La petite Anaëlle.

Mes grands Frères Hamou et Bouhou

Tarik

A mes chers sœur Faziya, Tassadite , Djedjiga

A Mes grands Frères Djamel, Toufik , Sofiane, Malik

A toute NOUS promo 2020/2021 Ressources

Minérale Géo-matériaux et Environnement.

A Mes amies Tafsouth, Fatma, Zahoua, Nabila. A

Mes amis Samir, JARO, REDA, FATHI, FOUZI,

REDA, KHALED, NASSIM, BEZNO, MOUH

POMPIER ET KARIM.

Résumé

Depuis l'avancement des nouvelles technologies et de l'informatique les SIG (système d'informatique géographique) sont devenus actuellement des outils technologiques inévitables d'affichage, d'analyse, de mise à jour des données géoréférencées. Ce qui permet une meilleure compréhension des phénomènes qui se produisent à la surface du globe terrestre. L'information géographique peut être présentée selon deux modes : le mode raster et le mode vecteur.

Ce dernier est composé de données graphiques et de données alphanumériques.

Dans ce mémoire on se propose de réaliser une cartographie SIG de la région l'Ougarta. Notre région, est constituée de trois coupures au 1/200 000 Oglat Mohamed, Hassi ouled Saïd et Kerzaz.

Le travail consiste à extraire et à mettre sous forme de couches d'informations vectorielles, l'ensemble des entités géologiques et géologiques (lithologie, magmatisme, tectoniques, minéralisations). à fin de mieux appréhender et comprendre la répartition des minéralisations de la région étudiée.

Le résultat obtenu représente une nouvelle forme de donnée numérique susceptible de contribuer efficacement à une meilleure prise de décision quant aux futurs travaux géologiques et d'exploitation dans cette région.

Mots clefs : Ougarta, système d'information géographique, géologie, minéralisation, ArcGIS, SIG.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

1- But et objectif du travail.....	1
2- Méthode de travail et outils.....	1
3- Historique des travaux	2
4- PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE.....	3
A-SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	3
B-Climat.....	4
C-FANE ET FLORE.....	4

CHAPITRE I. GEOLOGIE REGIONALE.

I-1 INTRODUCTION.....	5
I-2 CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL.....	6
I-2-1 LE CRATON OUEST AFRICAIN.....	6
I-2-2 LE BOUCLIER TOUAREG.....	6
I-2-3 LIGNE DE SUTURE.....	8
I-2-3-1 Hoggar nord-occidental.....	8
I-2-3-2 L'Anti-Atlas marocain.....	8
I-3 STRATIGRAPHIE.....	10
I-3-1 Infra-Cambrien.....	11
I-3-2 Cambrien.....	11
I-3-2-1 "Formation conglomératique de Ben Tadjine".....	11
I-3-2-2 "Formation de Sebkha el Mellah".....	11
I-3-2-3 "Formation d'Ain Necha".....	12
I-3-3 Ordovicien.....	12
I-3-3-1 "Formation d'Aïn Necha".....	12
I-3-3-2 "Formation de Foum Tineslem".....	12
I-3-3-3 "Formation de Kheneg El Aetène".....	13
I-3-3-4 "Formation de Foum El Zeidya".....	13

I-3-3-5 "Formation de Bou M'haoud".....	13
I-3-3-6 "Formation du Djebel Serraf".....	13
I-3-4 Silurien.....	13
I-3-5 Dévonien.....	13
I-3-6 Carbonifère.....	13

CHAPITRE II. GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

II-1 INTRODUCTION.....	15
II-2 STRATIGRAPHIE.....	16
II-2-1 Protérozoïque.....	16
II-2-2-1 Protérozoïque Supérieur.....	16
II-2-2-2 Protérozoïque Supérieur riptién et vendien	17
II-2-2 PALEOZOIQUE	17
II-2-2-1 Cambrien	17
II-2-2-2 Ordovicien	18
II-2-2-3 Silurien	22
II-2-2-4 Dévonien	22
II-2-3 CENOZOIQUE	23
II-2-3-1 Néogène N	23
II-2-3-2 Quaternaire	23
II-3 MAGMATISME.....	26
II-3-1 Formation intrusive	26
II-3-1-1 Dans la région de Hassi olad said et oglat Mohammed.....	26
II-3-1-2 Série de dykes d'âge combien tardif	26
II-3-1-3 Série de dykes d'âge de permien trias.....	26
II-3-2 Formation effusive	26
II-3-2-1 Dans la région de karzaz.....	26
II-4 Tectonique.....	26
II-4-1 Etage structural inférieur	27
II-4-2 Etage structural supérieur	27
II-4-3 Structures plicatives.....	28
II-4-4 La région Kéraz	30
II-4-4-1 La plate-forme proprement dites	30

II-4-4-2	La zone de jonction	30
II-4-4-3	La zone d'intensification de la plate-forme	30
II-4-4-4	L'anticlinal de Sebket el Melah	31
II-4-4-5	La faille d'Oued el Akba	31
II-5	MINERALISATION.....	33
II-5-1	Métaux ferreux	33
II-5-2	Métaux non ferreux	34
II-5-3	Métaux rares	36
II-5-4	Métaux précieux	36
II-5-5	Substances non-métallique	37
II-5-6	Matériaux de construction	38
CHAPITRE III. Système d'information géographique		
III-1	Introduction	39
III-2	Définition de SIG	39
III-3	Les composantes d'un SIG	40
III-4	Mode de présentation des données dans un SIG	42
III-5	Structure de l'information géographique dans un SIG	45
III-6	Les domaines d'application du SIG	46
III-7	Qu'est-ce que nous permet de faire un SIG ?	46
III-8	Les SIG et la Géologie	46
III-9	SIG SOUS ArcGIS	48
Chapitre IV. SIG de la Région d'étude.		
IV-1	Application à la région d'étude.....	54
IV-1-1	Étapes suivies pour la réalisation du travail	54
IV-1-2	Géoréférencement.....	56
IV-1-3	La vectorisation des différentes formations géologiques	61
IV-2	La vectorisation des formations géologique.....	64
IV-2-1	Vectorisation de l'information surfacique (Polygone)	64
IV-2-2	Vectorisation l'information linéaire(Polyligne).....	67
IV-2-3	Vectorisation l'information Ponctuelle (Point)	69
IV-3	Mise en page.....	74
V.	CONCLUSION GENERALE.....	76

Références bibliographiques

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Carte Géologique de la feuille au 1/200.000 kerzaz.

Annexe 2 : Carte Géologique de la feuille au 1/200.000 oplat Mohammed.

Annexe 3 : Carte Géologique de la feuille au 1/200.000 Hassi ouled said.

Listes des tableaux :

Tableau 1 : les coordonnées géographiques des feuilles de la zone d'étude.

Tableau 2 : Avantages et inconvénients des deux modes raster et vecteur.

Liste des figures :

Figure1 : Situation géographique de la région d'étude.

Figure2 : Situation géographique des chaînes de l'Ougarta (d'après Fabre, 1976, modifiée).

Figure 3 : Les grands ensembles géologiques du Sahara (d'après Fabre, 1963).

Figure 4 : Schéma géologique de l'Anti-Atlas marocain (Le blanc, 1975).

Figure 5 : Schéma tectonique de l'arc Anti-Atlas-Ougarta (Choubert ; 1963. Pour l'Anti-Atlas ; Pareyn, 1961 pour le bassin de Béchar).

Figure 6 : Carte géologique de l'Ougarta (in Ghienne et al., 2007).

Figure 7 : Coupe litho stratigraphique synthétique des Monts d'Ougarta. (Sonatrach, Division C.R.D, 2004, modifié).

Figure 8 : Cartogramme de la région d'étude.

Figure 9 : Log stratigraphique de feuille de kerzaz Réalise par (Arezki Zerrouki.1997)

Figure 10 : Log stratigraphique de feuille de HASSI OULAD SAID ET OGLAT MOHAMMED REALISES PAR (P. Zaitsev 1985).

Figure 11 : schémas tectonique de la feuille de kerzaz REALISES PAR R. Haddad 1977.

Figure 12 : Base de données géographiques.

Figure 13 : Les 5 Composante d'un SIG.

Figure 14 : Exemple de quelques données Raster (a : image satellitaire, b : image scannée, c : ortho photo aérienne) (BONNET M.2012).

Figure 15 : Exemple de données vecteurs.

Figure 16 : Mode de représentation de l'information géographique.

Figure 17: Structure de l'information géographique dans un SIG (Habert, 2000).

Figure 18 : Présentation de la fenêtre ArcMap.

Figure 19 : Présentation de la fenêtre ArcCatalog.

Figure 20 : Fenêtre ArcCatalog à travers ArcMap.

Figure 21 : Fenêtre ArcToolBox.

Figure 22 : Fenêtre d'enregistrement du document ArcMap.

Figure23 : Fenêtre des propriétés de la carte.

Figure24 : Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.

Figur25 : Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude.

Figure 26: *une présentation d'interface d'ArcCatalog montrant icone connexion à un dossier.*

Figure 27 : *la propriété de la référence spatiale dans ArcCatalog.*

Figure 28 : *La propriété de la référence spatiale dans ArcMap.*

Figure29 : Calage de la carte géologique.

Figure 30 : La rectification d'une carte géologique.

Figure 31 : *Ouvrir un nouveau fichier de forme.*

Figure 32 : Fenêtre de fichier de forme.

Figure 33 : *Outil Editeur.*

Figure 34 : Présentation de dépôt de Quaternaire vectorisés de la feuille KERZAZ.

Figure 35 : Présentation de la formation Kheneg el atène de la feuille KERZAZ.

Figure 36 : Présentation de l'information lithologique vectorisée de la feuille KERZAZ.

Figure 37 : Vectorisation des formations magmatisme de la feuille KERZAZ.

Figure 38 : Présentation des différentes failles vectorisées de la feuille OGLAT MOHAMED.

Figure 39 : Présentation de l'information linéaire vectorisée de la feuille OGLAT MOHAMED.

Figure 40 : Vectorisation des formations ponctuelles (puits) de la feuille de KERZAZ.

Figure .41 : Exemple de catalogues des minéralisations.

Figure 42: Exemple d'un fichier Excel des Indices de la région de KERZAZ.

Figure 43: *Vectorisation des Indices de la région KERZAZ.*

Figure 44 : Vectorisation de la couche « Auréole de dispersion secondaire » de la feuille KERZAZ.

Figure 45: Vectorisation de la couche « Métaux » de la feuille KERZAZ.

Figure 46 : Carte exporté de la feuille OGLAT MOHAMED.

Introduction générale

Introduction générale

1- But et objectif du travail :

Les SIG sont un environnement de traitement de l'information à référence spatiale, il s'agit d'un système d'information (SI) dont l'objectif est de décrire un territoire de façon à améliorer sa connaissance et à permettre la description et l'analyse des phénomènes naturels ou humains qui s'y produisent.

La cartographie SIG permet de transformer des cartes sous format raster en format vecteur passant par une série d'applications : numérisation, géo référencement, vectorisation et analyse des données.

Le SIG appliqué à la géologie et minéralisations associées a été établie à partir des cartes géologiques au 1/200.000, dans le but de moderniser et informatiser les données sur la géologie et les minéralisations de notre région. Dans le présent mémoire, nous avons utilisé des cartes, et des rapports géologiques élaborés par l'ORGM sur la région de l'ougarta, pour en créer un SIG sur la région, ce qui simplifie d'avantage la gestion et l'aide de la prise de décisions durant les futurs projets géologiques dans cette région

L'objectif essentiel de ce travail est donc d'appliquer les connaissances théoriques et pratiques acquises durant notre cursus universitaire dans le but de réaliser une cartographie SIG appliquée aux formations géologiques (lithologiques et magmatiques), tectoniques et gîtologique.

Ce travail nécessite en premier lieu l'outil informatique et en particulier le logiciel ArcGIS. Dans ce mémoire nous avons réalisé également une synthèse géologique globale sur notre région d'étude. Les résultats nous ont permis de mieux gérer l'information géologique pour la partie SIG.

L'étude concerne trois feuilles au 1/200.000 de l'Ougarta qui sont les suivantes :

- Kerzaz (NF-30)
- Hassi Ouled Said (NF-30)
- Oglet Mohammed (NF-30)

2-Méthode de travail et outils

Pour être mené à terme, l'étude effectuée en deux étapes

La premier est une partie théorique qui vise à présenter des généralités sur la région d'étude a nécessité

- Des donné de travaux de terrain sur la région de l'ougarta
- Une reconnaissance géologique de l'ensemble des formations de la région

La deuxième partie et consacrée pour réaliser une cartographie SIG appliquée aux formations géologiques (lithologiques et magmatiques), tectoniques et gît logique a nécessité

- un Ordinateur portable
- logiciel arc gis
- carte géologique de la région d'étude élaborée par l'ORGM

3-Historique des travaux

La première étude d'ensemble sur les chaînes de l'Ougarta revient à Gautier qui établit en 1903 une carte géologique schématique à 1/1000 000 de la région. Les récoltes qu'il a effectué ont permis à Haug (1903) de découvrir pour la première fois l'existence d'une riche faune à Goniatites et à Clyménies dans le Dévonien supérieur de la Saoura.

Avant la première guerre mondiale, Rey (1912-1914) découvre dans la localité de l'Ougarta les schistes gothlandiens à Graptolites qui reposent sur les grès de l'Ougarta.

Menchikoff (1924) établit l'âge Cambro-Ordovicien des grés de l'Ougarta et apporte des précisions sur la stratigraphie du Dévonien moyen et supérieur.

Pendant la deuxième guerre mondiale, Meyendorff fait des levés géologiques entre le Touat et la Daoura.

Plus tard, une équipe de géologues constituée de Menchikoff, Alimen, Le Maître, Petter et Poueyto, réalise une étude stratigraphique détaillée sur les Monts de l'Ougarta depuis les rhyolites jusqu'aux formations récentes. Leurs travaux sont résumés dans une monographie régionale publiée en 1952 à l'occasion du XIX C.G.I d'Alger.

Avec la création du B.R.M.A, Byramjée et Meindre (1955) réalisent une étude détaillée sur les minéralisations à manganèse du djebel Guettara.

Durant les années 60, de nombreux travaux ont été menés sur la stratigraphie du Paléozoïque par les géologues pétroliers: M.Gomez Silva (1963), Calfisch (1962), Legrand (1963,1966), Pareyn (1960), Choubert (1973).

Parallèlement, Arbey entame l'étude des phénomènes glaciaires fini-ordoviciens et Blés fait une étude structurale sur le djebel Ben Tadjine et le "Km30".

En 1971, Chikhaoui et Donzeau entament respectivement l'étude pétrologique des roches volcaniques du soubassement précambrien et l'étude structurale du Paléozoïque inférieur. Parallèlement à ce travail, ils réalisent le levé géologique à 1/200 000 de la feuille Ougarta publiée en 1981 par le Service Géologique de l'Algérie.

Le BECIP (1972) commandité par Sonatrach réalise le levé géologique à 1/200 000 des feuilles de Tabelbala et de Hassi Chaâmba.

En 1976, la Sonarem lance un important programme de recherche systématique dont la finalité est l'évaluation des potentialités minières de la région. Dans ce cadre, Bouïma (1986) entame l'étude des minéralisations cuprifères de Rahmani (NE de djebel Ben Tadjine) et Remichi (1987) celle des roches volcaniques du Damrane.

En 1996, le Service Géologique de l'Algérie m'a confié le projet de cartographie à 1/200 000 des chaînes de l'Ougarta sur la base des minutes établies par la Sonarem (1976-1985). Les travaux effectués ont permis de porter à l'édition les cartes géologiques à 1/200 000 de Kerzaz et de Béni Abbés.

Concernant la région d'étude, la série paléovolcanique de Sebkhath el Melah a été reconnue très tôt et figurée sur la carte à 1/500 000 de Kerzaz (1952) et sur une coupure irrégulière à 1/300 000 (Caby, *in* Conrad, 1969).

Cette série, présumée d'âge Précambrien supérieur, n'a jamais fait l'objet d'une étude pétrologique détaillée. Le thème développé dans la présente étude se trouve donc justifié et permettra, à travers une approche pétrographique, géochimique et minéralogique, de situer dans un modèle pétrogénétique les processus à l'origine de la mise en place du complexe volcanique et volcano-détritique, dans une zone ayant subi la double influence des orogènes panafricaine et hercynienne.

Parallèlement à cette étude, d'autres travaux en géologie structurale et en métallogénie sont entamés sur la région, respectivement par Adjli et Graïne (I.S.T, U.S.T.H.B).

Introduction générale

4- PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE :

A) SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Administrativement, notre région d'étude elle se situe en Algérie et fait partie du territoire du l'Ougarta appartient à la wilaya Béchar.

Elle se localise au Sud-Est de la chaîne, sur le faisceau de la Saoura, il s'agit d'une zone constituée de terrains précambriens et paléozoïques en forme d'une succession de vastes plis anticlinaux et synclinaux de direction Nord-Ouest Sud-Est.

Elle est représentée par trois feuilles à l'échelle de 1/200.000 ayant les coordonnées géographiques suivantes :

Régions	Longitude	Latitude
Hassi oueld said	28°-29°	1°-2°
Kerzaz	29°-30°	1°-2°
Oglet Mohammed	28°-29°	2°-3°

Tableau 1 : les coordonnées géographiques des feuilles de la zone d'étude



**Figure1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE
(Michard, 1976)**

Introduction générale

B) CLIMAT :

Les conditions climatiques varient d'une manière importante du nord-ouest vers le sud-est. Toutefois, ces conditions restent typiquement sahariennes. La pluie est très faible varie de 10mm à 30 mm/an, (Dubief, 1959). Une grande aridité de l'atmosphère caractérisé par un été chaud (température >42°C) et un hiver rigoureux avec des températures qui descendent au-dessous du 0° C. Les vents sont fréquents et particulièrement au mois de mars et avril.

C) FAUNE ET FLORE :

L'écosystème saharien domine le territoire . La flore et la faune ne sont pas aussi étendus que dans d'autres régions de l'Algérie, mais vous pouvez trouver différentes variétés de plantes et d'animaux.

La végétation est principalement composée d'espèces xériques. Les précipitations peu fréquentes affectent le développement des plantes dans les trois différents types de terre de l'Ougarta: l'hamada le désert n'est pas de sable; l'erg, désert de sable et oued, le lit du cours d'eau.

Arbres acacia et d'herbes sauvages sont éparpillés sur la montagne . Certaines herbes sauvages dans la région ont des propriétés médicinales et sont traditionnellement utilisés pour traiter de nombreuses maladies. Entre autres, ceux-ci comprennent Ouezouaza (santoline rosmarinifolia), Gartofa (santoline chamaycyparissus) Shih (Armoise herbe blanche), Et Terfesse (terfesse), Un champignon utilisé dans la cuisine pour remplacer la viande.

De nombreuses espèces d'animaux dans les régions sahariennes.

mammifères sont rarement observés dans la région: le chat de sable (*Felis margarita*), L'hyène rayée (hyène hyène) Et Fennec (*vulpes Zerda*).

Les rongeurs trouvés dans la région sont: le rat de sable (*Psammomys obesus*), Le gerbille égyptien (*Gerbillus pyramidum*) Et le Mérion libyen (*Mérion libycus*)

la reptiles la région, y compris le poisson des sables (*scincus tachetée*) Et le uromastice ou DOB (*Uromastyx*).

Les oiseaux observés comprennent Bou-Ali ou le moineau domestique (*passer domesticus*), Le Bou-Tkelem ou flet sarde (*passer hispaniolensis*) et les oiseaux de proie comme o El-Bez (*aStoreButeo*'), Lanner ledit Skar (Faucon lanier)[21] et El-Bouma ou hibou (*Athene noctua*).

Chapitre I : Géologie régionale

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

I-1 INTRODUCTION

L'Ougarta est divisée longitudinalement, suivant une direction NW-SE, en deux faisceaux séparés par l'Erg er Raoui (fig.2).

Ce sont le faisceau de la Saoura au NE et le faisceau de la Daoura au SW, qui se rejoignent au niveau d'Adrar et s'estompent dans le Touat. Au NW, ils se prolongent, par contre, en direction du bassin de Béchar-Abadla et de l'Anti-Atlas marocain.

Ces chaînes, d'une étendue de plus de 400 km pour 200 km de large, sont constituées par un soubassement volcano-sédimentaire et volcanique précambrien surmonté par une couverture sédimentaire plissée d'âge Paléozoïque. L'ensemble est circonscrit par des formations plus récentes :

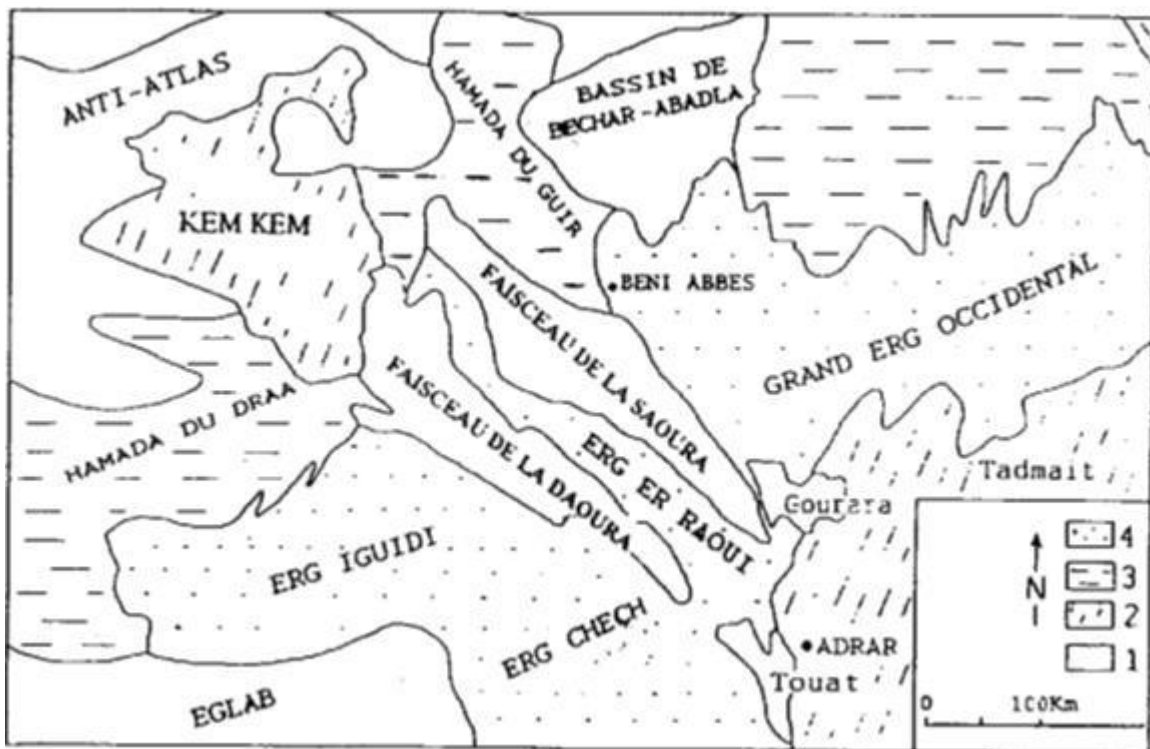


Figure2 : Situations géographiques des chaînes de l'Ougarta (d'après Fabre, 1976, modifiée).

- au NW, par les plateaux crétacés du Kem Kem;
- au SE, le plateau du Tadmaït.
- au Nord, la hamada du Guir.
- au NE, le Grand Erg Occidental.
- au SW et au Sud, l'Erg Iguidi et l'Erg Cheich.
- à l'Ouest, la hamada du Draa (hamada Tounassine dans la Daoura).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

I-2 CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Les chaînes de l'Ougarta sont situées en position intermédiaire entre deux domaines cratoniques d'âges différents (fig.3) :

- à l'Ouest, le Craton ouest africain ;
- au Sud-Est, le bouclier touareg.

I-2-1 LE CRATON OUEST AFRICAINE

Il est stable depuis 2000 Ma (Black, 1980). Son socle affleure :

- Plus Au Sud, dans la dorsale de Man (ou dorsale de Léo) et les boutonnières de Kayes et Kéniéba;
- Au Nord, dans la dorsale Réguibat qui montre dans sa partie orientale (Rocci, 1991):
 - Un socle granito-gneissique, présumé archéen ;
 - Un ensemble volcano-détritique et volcanique du birrimien, recoupé par des granites tardi à post-orogéniques groupés sous le nom de granites « Aftout » (Gévin,1958).

Selon Rocci (1972), il s'agit de granites calco-alcalins, porphyroïdes et à composition minéralogique variée (quartz, amphiboles, pyroxènes), renfermant de nombreuses enclaves de roches volcaniques.

Les datations effectuées sur ces granites (Lasserre et al., 1970 ; Vachette et al., 1973) situent la fin de l'orogénèse éburnéenne autour de 1900-1920 Ma. Mais les âges obtenus sur le complexe annulaire alcalin du djebel Drissa (partie centrale des Eglab) suggèrent que l'événement éburnéen était terminé dans les Eglab 150 millions plus tôt, soit vers 2081 Ma (Kahoui et al., 1996).

Au Protérozoïque supérieur, lors de l'ouverture océanique, le craton ouest africain se comporte comme une marge passive par rapport au bouclier touareg (Black, 1980). Néanmoins, il se produit un effondrement localisé qui a engendré la formation de l'aulacogène du Gourma.

I-2-2 LE BOUCLIER TOUAREG

Il est structuré en trois grands domaines séparés par des cisaillements majeurs subméridien : (Caby, 1968, Bertrand & Caby, 1978). Ce sont :

- Le Hoggar occidental ou chaîne pharusienne, séparé par le Môle In Ouzzal en deux rameaux : le rameau occidental et le rameau central ;
- Le Hoggar central polycyclique ;

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

- Le Hoggar oriental

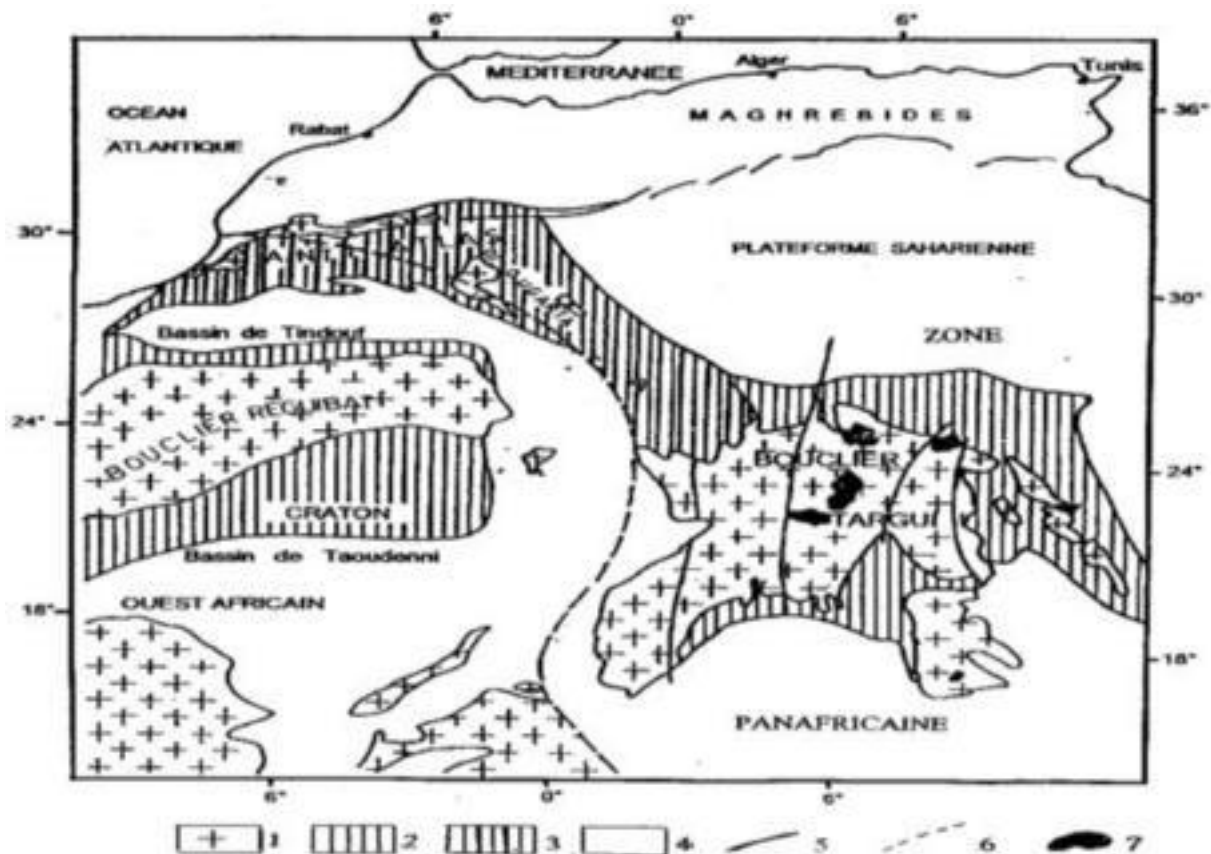


Figure 3 : Les grands ensembles géologiques du Sahara (d'après Fabre, 1963).

1-précambrien et cambrien ; 2- Protérozoïque supérieur et Protérozoïque tabulaire. 3-Paléozoïque plissé ; 4-Post paléozoïque ; 5-Accidents majeurs ; 6-Suture panafricaine ; 7-Volcanisme cénozoïque.

Son socle granulitique archéen (repris à l'éburnéen) est connu dans le Môle d'In Ouzal (Ferrara & gravelle, 1966 ; Allègre & Caby , 1972; Lancelot et al., 1976; Ben Othmane et al., 1984; Ouzegane, 1987; Hadoum, 1992) et le Gour Oumelalen situé dans le Hoggar central polycyclique (Latouche & Vidal, 1979).

Le Hoggar Occidental est la partie du bouclier où l'orogénèse panafricaine est la mieux exprimée. Au Précambrien supérieur, son instabilité se traduit par une intense activité magmatique caractéristique d'une fragmentation continentale :

- Un magmatisme pré-orogénique à épanchements acides localisés qui témoigneraient de l'existence d'un paléorift (Caby, 1970 ; Dostal, 1979).
- Un magmatisme basique et ultrabasique intrusif, précurseur d'une activité magmatique intense, qui persiste jusqu'à la fin de l'orogénèse panafricaine. Il a été daté à 785 Ma (Clauer, 1976).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

Au Précambrien terminal, s'amorce la mise en place de la série verte (Caby, 1970) qui correspond à une puissante accumulation volcano-détritique à greywackes, tufs, conglomérats et laves basiques. La grande uniformité des greywackes suggère l'existence d'un bassin océanique unique bordant à l'Est le craton ouest africain depuis l'Anti-Atlas jusqu'au Ghana-Dahomey.

Les phases paroxysmales de l'orogénèse panafricaine (640-600 Ma) correspondent à une fermeture océanique associée à une subduction. Black (1978), Liégeois & Black (1984) y placent une zone de subduction à pendage vers l'Est (Adrar des Iforas, Mali).

L'érosion des reliefs néoformés a engendré le dépôt de la série pourprée de l'Ahnet, accompagnée d'un volcanisme rhyolitique daté à In Zize à 530 Ma (Allégre & Caby, 1972) et dans l'Adrar des Iforas entre 585 et 540 Ma (Liégeois & Black, 1984).

L'histoire panafricaine du bouclier touareg se termine au Cambrien par une longue période de pénéplanation qui façonne une immense surface légèrement pentée au Nord : la surface infratassilienne (Boeuf et al., 1971).

I-2-3 LIGNE DE SUTURE

La ligne de suture panafricaine est interprétée comme le résultat d'une collision entre le craton ouest africain à marge passive et la marge active d'un continent plus oriental relié au fonctionnement d'une zone de subduction pentée vers l'Est (Black, 1978 ; liégeois, 1988).

Par endroit, il a été démontré que le contact est le résultat d'un cycle de Wilson (1966): ouverture océanique puis fermeture par subduction, dont les différents stades ont été datés (Caby, 1981).

I-2-3-1 Hoggar nord-occidental :

La collision panafricaine s'accompagne de grands cisaillements N-S, qui constituent des fractures lithosphériques comparables à celles du Nord de l'Himalaya (Caby et al., 1981). Dans l'Adrar des Iforas (Mali), le contact est marqué par d'importants charriages en direction du craton, jalonnés de complexes basiques et ultra-basiques à l'origine d'anomalies gravimétriques lourdes (Bayer & Lesquer, 1978).

I-2-3-2 L'Anti-Atlas marocain :

Fait partie de la ceinture orogénique panafricaine (Caby & Leblanc, 1973 ; Black, 1980 ; 1984). Son socle précambrien est constitué par deux domaines structuraux d'âges différents (fig.3)

- Au SW, un domaine éburnéen, stable depuis 2000 Ma (Charlot, 1978), qui forme la bordure septentrionale du craton Ouest Africain.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

- Au NE, un domaine cratonisé lors de l'orogénèse panafricaine autour de 600 Ma (Caby, 1970 ; Clauer, 1974, 1976 ; Leblanc, 1975 ; Charlot, 1978).

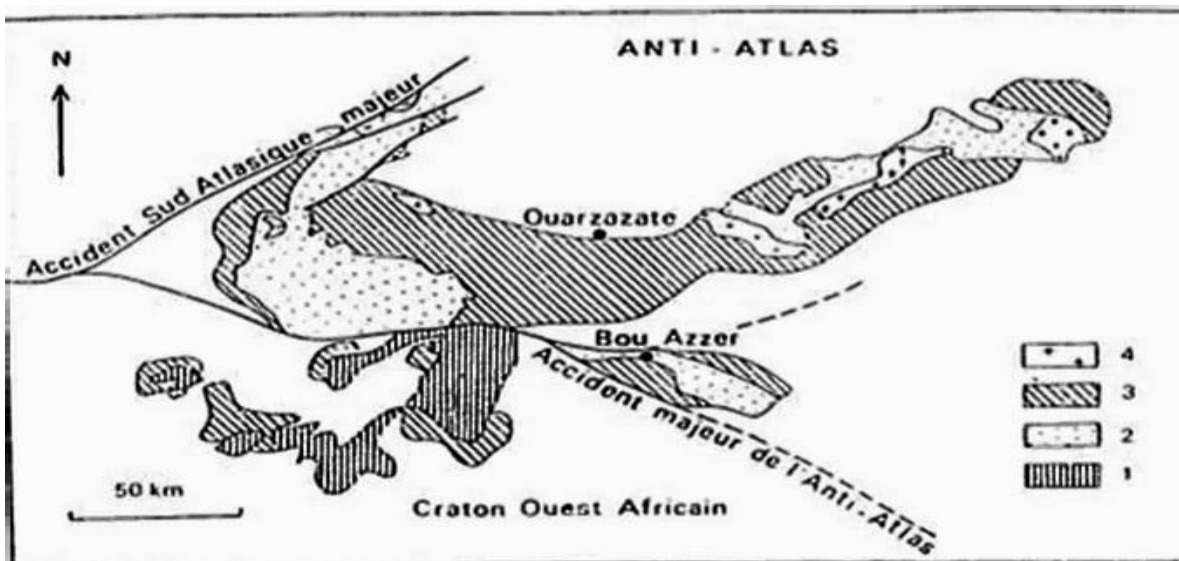


Figure 4 : Schéma géologique de l'Anti-Atlas marocain (Le blanc, 1975).

1 : socle éburnéen (gneiss) ; 2 formations du Protérozoïque supérieur (comprenant les ophiolites de Bou Azzer). 3- formation de Ouarzazate (laves basiques et intermédiaires et ignimbrites) ; 4 : roches plutoniques associées à la formation de Ouarzazate.

Ces deux domaines sont séparés par l'accident majeur de l'Anti-Atlas, de direction WNW-ESE, qui s'étend sans interruption du Maroc au Hoggar occidental. Ce linéament est interprété comme une suture grâce à l'identification comme ophiolites des roches ultrabasiques de Bou Azzer (Leblanc, 1973).

Au cours de l'orogénèse panafricaine, l'Anti-Atlas est affecté par deux phases tectoniques majeures :

- Une phase B1 (685 ± 15 Ma) responsable de l'obduction du complexe ophiolitique de Bou- Azzer sur la marge nord du craton ouest africain ;
- Une phase B2 tardive (608 ± 7 Ma) qui marque l'entrée en collision directe du craton ouest africain avec un "continent septentrional" hypothétique (Leblanc, 1981).

Un important volcanisme post-orogénique daté à 580 Ma (Juery et al., 1974 ; Juery, 1976) s'est mis en place en discordance majeure sur les terrains antérieurs.

Ce volcanisme, représenté par la série de Ouarzazate (ou PrIII), montre une suite différenciée depuis les andésites jusqu'aux rhyolites et dont l'affinité calco-alcaline évoque celle des marges continentales actives (Lebrun, 1982).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

Les chaînes de l'Ougarta, de par leur position géographique, constitueraient un témoin de la continuité de la suture panafricaine (fig.5) où les plans de subduction s'inverseraient de pendage, plongeant sous le craton ouest africain au NW et sous le domaine panafricain au Sud.

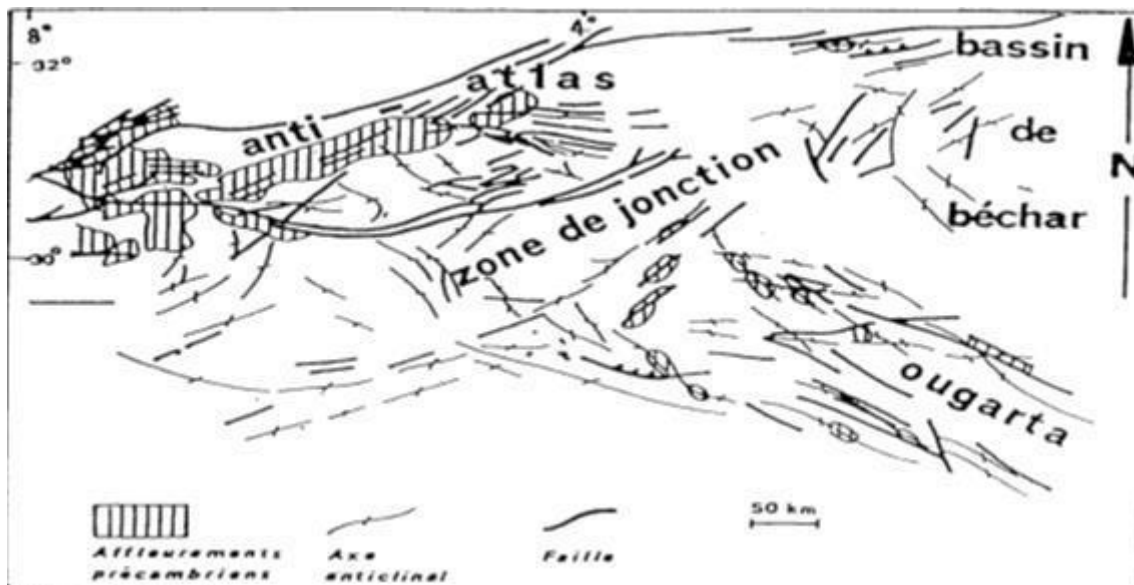


Figure 5 : Schéma tectonique de l'arc Anti-Atlas-Ougarta (Choubert ; 1963. Pour l'Anti-Atlas ; Pareyn, 1961 pour le bassin de Béchar).

Néanmoins, l'absence dans cette zone de témoins sur l'existence d'un segment de chaîne panafricaine immédiatement à l'Est permet d'envisager deux hypothèses (Fabre et al. 1988) :

Première hypothèse : la zone de l'Ougarta se situerait sur la marge passive du craton ouest africain. La suture avec le domaine panafricain est rejetée à la longitude de Bled el Mass. Dans ce modèle, les failles NW-SE et E-W du bâti ougartien seraient liées à la fracturation de la marge passive

Seconde hypothèse : la zone de l'Ougarta correspondrait à un grand décrochement où s'affrontent deux blocs continentaux sans subduction, uniquement par coulissage éventuellement senestre. Ce décrochement relierait la subduction à l'Est vers la zone Hoggar-Adrar des Iforas et au Sud de l'Anti-Atlas occidental et central. Cette hypothèse est corroborée par l'absence de témoins de roches ultrabasiques à l'échelle de l'Ougarta qui témoigneraient de l'existence d'un plancher océanique ou de batholites de composition intermédiaire associés à des andésites comme dans l'Ahnet et l'Adrar des Iforas (Caby, 1981 ; Liégeois, 1987).

I-3 STRATIGRAPHIE

A la bordure occidentale du Sahara (fig. 1 et 2), le sillon ougartien constitue une zone mobile aulacogène (SHATSKY, 1955 ; DONZEAU, 1974 ; COLOMB & DONZEAU, 1974). Il est formé par des terrains paléozoïques faisant la liaison entre l'Anti-Atlas marocain et l'enceinte

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

tassilienne (ALIMEN et al., 1952). Ces terrains sont représentés essentiellement par un substratum volcanique et volcano-sédimentaire précambrien. Ce substratum est surmonté par une couverture sédimentaire épaisse de plusieurs milliers de mètres, allant du Cambrien jusqu'au Carbonifère (Fig. 5 et 6) sans aucune interruption majeure. La série lithostratigraphique se présente comme suit

I-3-1 Infra-Cambrien :

Les plus anciens terrains visibles dans la région correspondent à des coulées rhyolitiques dont certaines sont en concordance avec les grès d'Ougarta, tandis que d'autres sont en discordance. Ces rhyolites sont rapportées à l'Infra-Cambrien ou à la base du Cambrien.

I-3-2 Cambrien :

Par manque de marqueurs biostratigraphiques, le Cambrien est mal subdivisé et plusieurs essais ont été proposés. Les subdivisions du Cambrien restent présumées : il a été défini pour le faisceau de la Saoura dans un essai de nomenclature lithostratigraphique lors du "Colloque des Compagnies Pétrolières" (1962). Dans le faisceau de la Daoura, le Cambrien débute par des conglomérats polygéniques. Il comprend en général les formations suivantes :

I-3-2-1 "Formation conglomératique de Ben Tadjine" :

Cette formation affleure dans la région de Ben Tadjine, dans la région de Draïssa et dans la fermeture Sud-Est de Kahal Tabelbala. Elle est constituée par des poudingues polygéniques ou monogéniques à galets arrondis mal classés, intercalés avec des arkoses rouges. Les galets se composent de roches volcaniques, de granites ou de quartzites en proportions variables. Sa base n'est pas connue à l'affleurement. Son épaisseur est estimée à 900m dans la région de Ben Tadjine.

I-3-2-2 "Formation de Sebkhah el Mellah" :

Puissante de 350m à 400m, elle affleure largement dans les anticlinaux. Il s'agit de grès arkosiques, peu indurés, à feldspaths abondants et à granulométrie homogène et moyenne. Ces Arkoses se caractérisent d'une couleur mauve à la base et blanchâtre au sommet.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

I-3-2-3 "Formation d'Ain Necha" :

Elle est essentiellement constituée par des grès quartzitiques et des quartzites en dalles métriques à intercalations de grès argileux en plaquettes. Ces derniers se représentent par des combes ou des talus adoucis. Cette formation s'achève par un niveau à brachiopodes, appelé communément la "Dalle à Lingules".

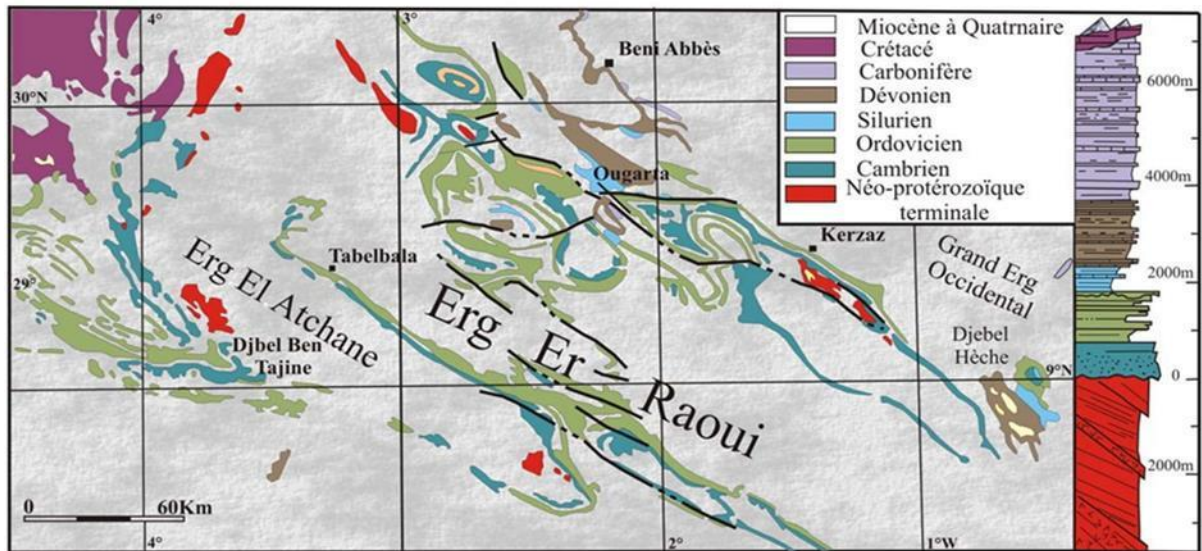


Figure 6 : Carte géologique de l'Ougarta (in Ghienne et al., 2007).

I-3-3 Ordovicien :

Il se présente sur toute la superficie de la chaîne d'Ougarta. Il repose en discordance sur la.

I-3-3-1 "Formation d'Aïn Necha" :

Il s'agit de matériaux silico-clastiques avec des occurrences carbonatées. En général, ces dépôts traduisent un approfondissement vers le Sud-Est de la zone de suture. Leur épaisseur varie de 1100m à 1250m, tandis que vers le Nord-Ouest, leur épaisseur varie de 150m à 340m. Vers la fin de l'Ordovicien, une glaciation a été définie par ARBEY (1968, 1971 et 2006). Dans la région de l'Ougarta, l'enchaînement litho stratigraphique de ces dépôts révèle cinq formations qui sont de bas en haut (fig. 6) :

I-3-3-2 "Formation de Foug Tineslem" :

Elle est formée par des grès glauconieux verdâtres en plaquettes, à intercalations de siltstones et des lentilles de calcaires gréseux renfermant des brachiopodes, des trilobites et des graptolites. Elle est coiffée par un niveau oolithique ferrugineux. Son épaisseur varie de 40m à 200m.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

I-3-3-3 "Formation de Kheneg El Aetène" :

Elle a été définie dans la région de Kheneg El Aetène. Cette formation est constituée de grès quartzeux avec des intercalations à passées argileuses. Leur épaisseur varie entre 40m à 300m.

I-3-3-4 "Formation de Foum El Zeidya" :

Cette formation, qui débute par un niveau ferrugineux rougeâtre repère, est épaisse de 30 à 300m. Elle correspond à une alternance d'argiles d'aspect schisteux, de grès quartzeux, de grès ferrugineux et des calcaires fossilifères sous forme de miches.

I-3-3-5 "Formation de Bou M'haoud" :

Elle se compose de grès quartzeux en plaquettes, intercalés de schistes et de calcaires lenticulaires.

I-3-3-6 "Formation du Djebel Serraf" :

Cette formation fera l'objet de notre étude. Elle est constituée, d'après les travaux de nos prédécesseurs, par un matériel détritique silicoclastique, subdivisée en trois membres :

- 1) membre inférieur grés-argileux-conglomératique ;
- 2) membre médian argilo-gréseux ;
- 3) membre supérieur composé de grés et de quartzites.

I-3-4 Silurien :

Il est connu sous le nom de la "Formation de l'Oued Ali", le Silurien affleure largement dans la région de Zegharma-Ougarta, dans la région de la Tebelbala et dans le synclinal d'Erg Chebbi. Il est représenté par des schistes noirs et des dépôts argilo-carbonatés, d'une puissance de 1000m à 1250m. Il caractérise l'avancée des mers à graptolites.

I-3-5 Dévonien :

Les principaux affleurements du Dévonien se situent dans la région d'Ougarta-Zeghamra, au point dit "Km 30" et dans la région de Merhouma. Il est subdivisé en six formations : 1°) Formation argilo-silteuse de Zemlet ; 2°) Formation argileuse du Saheb El Djir ; 3°) Formation gréseuse de Dkhissa ; 4°) Formation argilo- gréseuse de l'Oued Tifergunit ; 5°) Formation de calcaire de Chaffer El Ahmar ; 6°) Formation argilo- gréseuse de Marhouma.

I-3-6 Carbonifère :

Le carbonifère affleure le long de la vallée de la Saoura, depuis Igli jusqu'à Ouarourout, au Nord de Béni Abbès. Entre la palmeraie d'Ouarourout et celle de Hassi Zeguilm, le Tournaisien est représenté par la —Formation d'Ouled Bouhadid— qui correspond à une importante masse argileuse rougeâtre admettant quelques intercalations de grès et de calcaires rougeâtres à goniatites, brachiopodes et polypiers

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE.

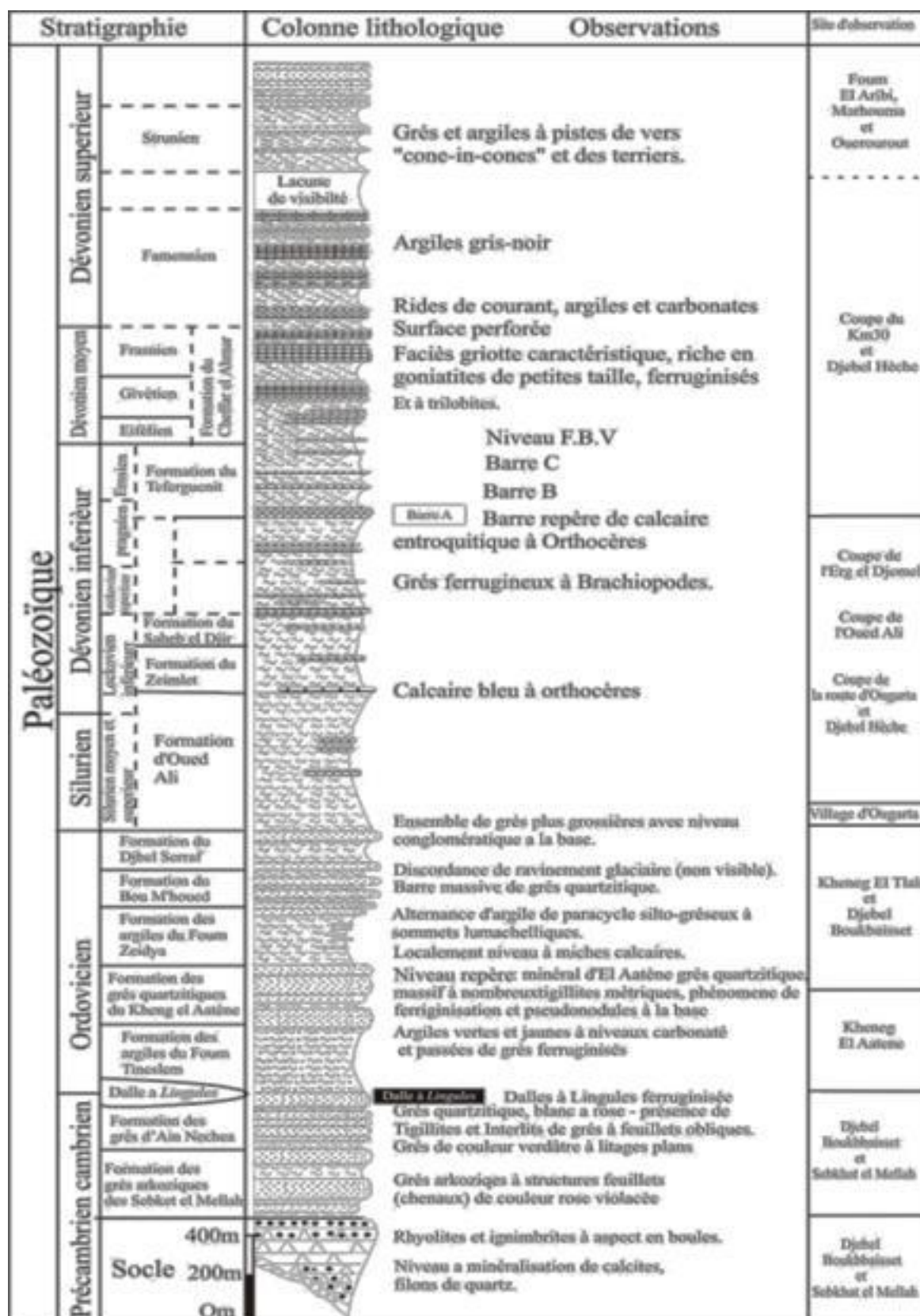


Figure 7 : Coupe litho stratigraphique synthétique des Monts d'Ougarta. (Sonatrach, Division C.R.D, 2004, modifié).

CHAPITRE II :
GEOLOGIE DE LA
REGION D'ETUDE.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

II-1 INTRODUCTION

La région considérée est située dans la partie occidentale du Sahara Algérien, dans les Chaînes d'Ougarta, allongée au NW et se localise au Sud-Est de cette chaîne

D'après les différents rapports et travaux de recherches géologiques systématiques, une synthèse sur les caractéristiques géologiques (lithos-stratigraphie ; tectonique ; magmatisme ; minéralogique) a été faite pour les trois feuilles : Hassi Ouled said, karzaz,oglate Mohammed Elle est composée de trois feuilles de 1/200 000.

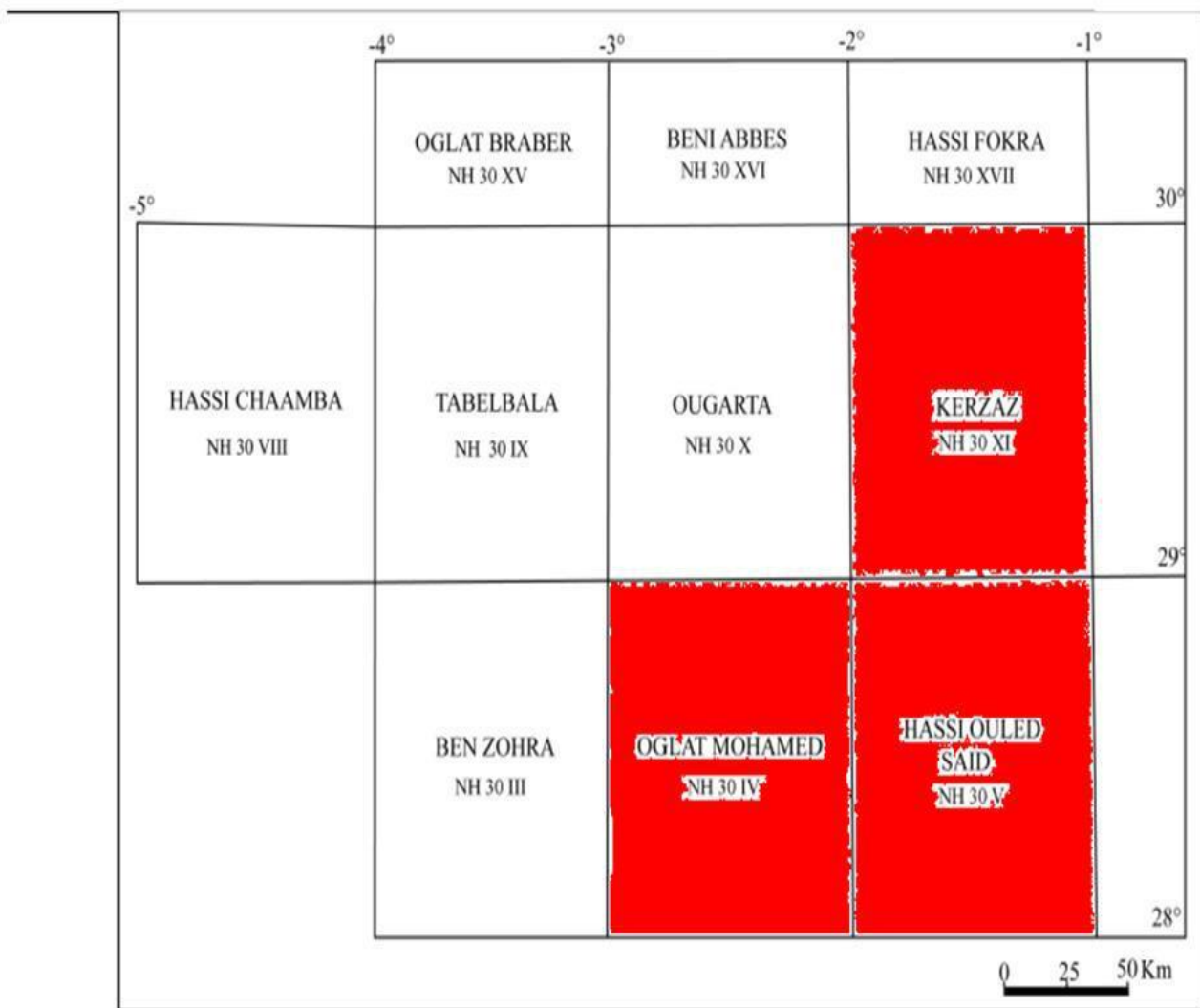


Figure 8 : Carte d'ensemble de la région d'étude (l'équipe ougarta 1981-1984) .

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

II-2 STRATIGRAPHIE :

II-2-1 Protérozoïque :

II-2-2-1 Protérozoïque Supérieur

Les formations du Protérozoïque supérieur sont représentées par un complexe puissant de roches volcano-sédimentaires qui ne sont développées que dans Sud-Est de la feuille de Kerzaz (NH630-IX) Elles constituent le noyau anticlinal hercynien de Sebkha el Melah. Étiré en direction NW sur plus de 50 km. L'Age des roches de cet ensemble est déterminé par la corrélation avec les dépôts analogues de l'Anti-Atlas marocain d'une part, et par la comparaison avec les formations volcano-sédimentaires du Inarusien supérieur de l'Ahaggar, d'autre part

- Andésites porphyriques x1B :

Les roches de cette assise constituent les parties inférieures des affleurements de la coupe du protérozoïque supérieur,

La limite inférieure de l'assise n'est pas déterminée, tandis que la limite supérieure-passe pour le toit de l'assise puissante de porphyrites basaltiques.

La coupe est représentée principalement par l'intercalation de porphyrites andésito-basaltiques violacées et vert violâtre et leurs tufs, On y trouve des argilites et des aleurolites en nombre insignifiant.

- Grés, tufs andésites porphyriques x2B

La partie inférieure est constituée principalement par les aleurolites volcanogéniques brun-rougeâtre et gris-verdâtre, les grés avec passées de tufs de cendres de composition basaltiques(jusqu'à 1000m), tandis que la partie supérieure (près de 1700m) est représentée essentiellement par les tufs-grés avec passées d'argilite, d'aleurolite et des grés. Les niveaux de tufs, de laves et de tufs-laves, des porphyrites andésitiques et basaltiques sont moins nombreux.

- Argiles et andésites porphyrique x3B

Elle est représentée par. Alternance d'argilites gris-verdatre, noires, d'argilites brun-rougeâtre et de grés volcano-génés gris-verdâtres et brun-rougeâtres.

Les dépôts de cette assise sont caractérisés par les facies de flysch et par les roches relativement monotones.

- Basaltes porphyriques x4B

Les parties supérieures d'affleurements dans la coupe des terrains du proterozoïque supérieur sont représentées par une assise d'intercalation des porphyrites basaltiques et leurs tufs

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

eu nombre insignifiant, des passées d'andésites gris-verdâtre, brun violâtre, de grès volcaniques et d'aérolites.

II-2-2 Protérozoïque Supérieur riphéen et vendien

Dans la région considérée on distingue que les formations du Protérozoïque supérieur présentées par les dépôts volcano-sédimentaires du Riphéen et les dépôts terrigènes du Vendien.

-Riphéen

Sur les feuilles de Oglat Mohammed et Hassi Ouled Caïd.

-vendien

Dans la partie centrale des feuilles Oglat mohammed (Oued mana) et Hassi Ouled San (Djebel Toubib)

II-2-2 PALEOZOIQUE

Le paléozoïque est représenté par les terrains combriens, ordoviciens, ainsi que par les dépôts siluriens et dévoniens qui constituent une partie insignifiante du territoire.

II-2-2-1 Cambrien

-Sous system Cambrien inferieur

Sebkha El Mellah(t1sm) les dépôts de la suite seront dégagés pour la première fois sur le territoire de la feuille karzaz sous le nom de la formation arkosique de Sebkha El Mellah (gomez silva 1961-1963)

Au sud-Est de la région de travail (Feuille Oglat mohammed et Hassi Ouled Said) la coupe la plus représentative de la suite Sebkha- El Mellah observer au voisinage de la montagne bérésouk (Oglat mohammed) où les dépôts de ladite suite reposent en discordance angulaire sur les formations volcanogène riphéennes

Cambrien Moyen

. La formation des d'Aïn en Nechea (t2an) connaît sur le nom formation des Quartzites d'Aïn en Nechea

Les dépôts de cette formation ont été pour la première fois décelés sur la fouille Kerzaz et ce complexe recouvre avec une discordance stratigraphique des grès de la suite sebkha el melalh du Cambrien inférieur. A la base de la suite formation en question, on a localisé des grès grossièrement grenus et des gravites, qui par

Leurs compositions granulométriques diffèrent beaucoup des grès à grain fin de la suite Sebkha el-mallah. Le toit de la suite en question est formé par des quartzites (1) à tigillites et à lingules, qui sont recouvertes avec discordance stratigraphique par des dépôts de l'Ordovicien inférieur

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

-E2an1

La plus grande partie de la formation d'in Necha est formée par des grès, des grès graveleux, et des grès hétérogènes dans des lits bassins on en trouve des conglomérats (feuille Oglat Mohammed) dont la partie centrale de feuille Oglat Mohammed, près de la montagne Errozouk el Malah dans la partie centrale de la feuille Hassi Oulad Said (Djebel Ahnar) la sous suite est composée par des grès quartzites gris-clair et clair hétérogènes avec des passées (1-3 m) des gravillons. A la base reposent les passées lenticulaires peu épais sur conglomérats à petits galets

-E2an2

Le membre considéré ainsi que la sous-membre inférieur de la même formation est largement répandue dans la région. Elle est présentée par des quartzites, grès-quartzite et plus rarement des grès. Les tiglilites et les débris de Lingules sont largement répandue dans la partie supérieure de la coupe du membre.

Dans la partie centrale de la feuille Oglat Mohammed, dans la région du Guelb Berrezouk dans la partie occidentale de la feuille Hassi Ouled Sad la coupe du membre, caractéristique pour la région est conservée à juger par les affleurements isolés mais l'épaisseur légèrement augmente et dans les parties inférieures de la coupe on observe un amincissement et une désagrégation des conglomérats.

II-2-2-2 Ordovicien

Les terrains ordoviciens sont représentés par les roches terrigènes avec prédominance des grès, quartzites grès-quartzites argilites. Les micro poudingues, conglomérats, schistes et les calcaires gréseux sont moins développés. Ils constituent les flancs de tous les grands plis, Ordovicien inférieure.

Foum Tineslem : été mise en évidence, pour la première fois, par M. Gomec Silva (1963). Le nom de cette formation est dérivé de celui du lieu géographique d'emplacement de la coupe type située à 17 Km au Sud-est du Village Ougarta.

- O1

L'assise grés-argileuse de Foum Tineslem (O1) est subdivisée en série grés-argileuses inférieure et argileux supérieure. La série inférieure est représentée par les argilites et les aleurites micacées gris-verdâtre à gros grains et moyens, les grès glauconieux et micacés avec niveau de conglomérats à gravier fin.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

À la base de la coupe. Parmi les grès glauconieux, plus haut des conglomérats, on observe partout dans la région un banc métallifère de puissance qui est constitué par les minerais oolithiques brun-rougeâtre.

- O1ft :

La limite inférieure des dépôts de cette formation correspond au toit constitué de grès quartzites gris -clair avec débris de Lingules, désignés dans la littérature géologique locale comme la "dalle à Linguales" se rapportant au Cambrien moyen. Tandis qu'à la limite supérieure est plus indécise et se manifeste suivant l'apparition dans la coupe des grès quartzites, fins, gris-clair, massifs, en dalles.

La coupe complète de la formation de Foum Tineslem a été observée sur la pente nord de la côte 540 m du Djebel el-Atinim, située dans la partie nord-ouest de la feuille Oglat Mohammed.

Observée dans la partie Sud-Est du territoire étudié, plus précisément dans la partie centrale de la fouille Hassi-Ouled said les roches de la formation reposent on discordance stratigraphique , accompagnée par des grès quartzites de l'Ordovicien moyen (recoupé par un dyke de porphyrites basaltiques).

-kheneg el aténe :

Cette formation a été distinguée pour la première fois par M. Gomes Silva au cours des études 1961-1962 et tire son nom de la coupe stéréotypique effectuée à 12 Km au Sud de la localité Ougarta. La coupe est constituée des roches résistantes à l'érosion présentées essentiellement par grès quartzeux, grès -quartzites et quartzites généralement les crêtes des chaînes d'Ougarta

- O1-2 :

Subdivisée en deux séries dans la coupe zmila le paquet inférieur est formé des grès ferrugineux micacés grès -verdâtres brun-rougeâtre à grains, souvent à fausse stratification avec un niveau de conglomérats à galets.

La série supérieure est représentée par des quartzites consistants des gris-clair, de quartzites avec passées d'argilites et d'aleurolites contenant des brachiopodes.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

- Olka :

Affleurent dans la partie sud-Est de la crête de djebel el Atinin a oglat Mohammed les dépôts de la formation se terminent et reparaitre que sur le djebel Mana dans la partie ouest de la feuille hassi Ouled Said.

❖ **Sous-systèmes moyen et supérieur :**

- foug-ez-zeidiya (o2-4) :

L'assise grés-argileuse de Foug ez Zeidiyu (o 2-4) se subdivise en 3 séries suivant succession et la composition, lithologique des roches. Cette assise est distinguée par l'abondance des débris de faune dans toutes la coupe.

La série inférieure dans la coupe d'ez Zmila est constituée par les schistes argileux gris-verdâtre et violacés. A sa base s'observe un banc métallifère et les microconglomérats. Le terme moyen est représenté par les grés micacés gris-verdâtres en plaquettes fines à lentilles et passées de calcaires gréseux brun-roussâtres avec des lamellibranches, Brachiopodes, Trilobites, Ostracodes, Graptolites.

La série supérieure est constituée par des grés ferrugineux, des argilites, des aleurolites et des quartzites massifs gris-clair (dans la partie supérieure).

- O2-3fz :

La base de la formation est soulignée par un faible niveau de minerai de fer, par endroits par des gravelites à lentilles de conglomérats à petits galets. Le toit de la formation est marqué par un inter lit épais formé de quartzites ou Grès - quartzites Gris-blanc à blanc, en dalles parfois

à nettes Tigililites. A la base de l'assise on trouve des quartzites et Grès-quartzites grès, Gris-foncé, à Grains plus grossiers, en bancs, parfois à faibles intercalations de minerai de fer et qui sont rapportés à la formation de bou mahoud de l'Ordovicien supérieur.

La coupe assez complète au nord de la feuille oglat Mohammed est observée sur la crête Djebel Mana (Oglat Mohammod).

La coupe plus typique pour le Sud et le Sud-Est du territoire a été observée à l'Ouest de la feuille Hassi Ouled Said.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

- **Ordovicien supérieur :**

Les dépôts de l'Ordovicien supérieur se divisent en deux formations : inférieure (argile-gréseuse de Bou m haoud) et supérieure, conglomérat-gris du Djebel Serraf, bou m'houid.

- O4-5 :

Constituée dans sa partie inférieure essentiellement par des grès ferrugineux à grains moyens, les aleurolites, parfois par les schistes grès-argileux gris-verdâtre avec un niveau de conglomérats à galets fins à la base.

La partie supérieure de l'assise est formée de quartzites massive gris-clair et de quartzites-grès à stratification entrecroisée.

- O1ka :

La base de la formation est marquée par des Grès et des grès silteux fortement ferrugineux, souvent à stratification oblique, reposant généralement à la base de termes des quartzites et des grès quartzites grossièrement lités et massifs. Le toit de la formation est souvent marqué par des grès quartzites à grains fins à Tigillites. Mais souvent cette partie de la coupe est érodée. La limite supérieure de la formation la plus certaine est à tracer au mur du terme des conglomérats ou des micropoudingues ferrugineux de la base de la coupe de la formation sous-jacente du Djebel-Serraf.

L'une des coupes les plus typiques de la formation dans la partie occidentale de la feuille Hassi Ouled said On voit reposer sans discordance nette sur les grès quartziteux, gris cendre, ferrugineux (lit par lit) de la formation de Foum-ze-Zeidiya, Djebel Serraf.

- O5 :

L'assise grès-conglomératique du Djebel Serraf (O5) avec dénudation, repose sur l'assise grès-schisteuse sous-jacente de Bou m'Houd. Dans la coupe d'ez Zmila elle est représentée par les quartzites et les micro poudingues avec conglomérats et couche ferrifère à la base.

- O3ds :

La base de cette formation est repérée par un horizon de conglomérats et de gravelâtes souvent ferruginisées passant parfois aux minerais de fer à hématite comportant une impureté considérable en matériel graveleux. Le toit de la formation correspond exactement à celui de l'intercalation gréseuse, prise comme la dernière dans la coupe, au-dessus de laquelle viennent des argilites du silurien. Ce toit ne s'observe que dans les forages pétroliers et sur les affleurements-isolés se trouvant au-delà du territoire étudié. Alors que dans les coupes situées dans les limites de la superficie des travaux, les membres supérieurs de la formation du Djebel Serraf n'apparaissent nulle part.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

Les affleurements de la formation ont été maintes, sur la pente Sud de la crête Djebel el Atinia, dans la partie Nord et Nord-Est de la feuille Oglat Mohammed.

II-2-2-3 Silurien :

Uniquement dans la région de Kerzaz

- S :

Les terrains siluriens sur l'aire étudiée ne sont développés que sur le flanc anticlinal Nord de sebkha el melah, le long de l'oued Saoura, et sur les anticlinaux de Dj. Kahla. Toutefois, ils sont presque partout recouverts par des jeunes roches tendres. On ne connaît que trois affleurements isolés au Nord du Djebel Kahla ; cependant, à l'Ouest sur le territoire de la feuille d'Ougart ils sont largement répandus et représentés par les dépôts de tous les étages du Mandovirrien jusqu'au Ludlovien inclus. On y observe un large développement de faciès terrigènes et terrigène-carbonatés, ainsi que beaucoup de débris de faune.

La partie inférieure de la coupe est représentée par les roches grés-argileuses gris-verdâtre, alors que la partie supérieure est principalement argileuse à intercalations de calcaires gris-clair

II-2-2-4 Dévonien

Uniquement dans la région de Kerzaz

- Dévonien Inférieur D1 :

La faune abondante (N. Menchikoff, 1952 et d'autres) permet de distinguer le Gédinnien, le Siegenien et l'Emsien dans les terrains du dévonien inférieur. Parmi les formations du Gédinnien on distingue 2 termes inférieur et supérieur.

Le terme inférieur est représenté par les grés compacts, par endroits ferrugineux et quartzitoides de teinte rouge brune, à grains fins, les aleurolites gris-clair à ciment carbonaté et carbonata-argileux, avec intercalations d'argilites noires.

Le terme supérieur est constitué par les argilites compactes noires et gris-foncé, souvent aleurolito-micacées, faiblement dolomitiques.

On y trouve les passées d'aleurolites argileuses grés et grés à grains fins.

- Dévonien moyen D1 :

Les terrains de cet âge (Eifelien et Givétien) n'affleurent qu'au NW de la feuille, le long de la rive d'amont de l'oued de Saoura, dans la région du Djebel Moka et de Khobzenagui. Ils sont caractérisés par la prédominance des roches argileuses avec passées de calcaires et contiennent une abondante faune de Brachiopodes.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

Les formations du l'Eidélien sont constituées par un complexe de roches argile-carbonatés calcaires organogènes à éléments fins, argilites moins abondantes. Dévonien supérieur D3.

Ces terrains sont représentés principalement par les roches argileuses et carbonate-argileuses.

La coupe se termine par une assise gréseuse de quartzeux(d4) qui est constituée de grés quartzeux gris-verdâtre, en plaquettes minces Le ciment est argileux et plus rarement carbonate-siliceux. On peut noter la présence de passées à faible puissance d'argilites noires et gris-verdâtre.

II-2-3 CENOZOIQUE

II-2-3-1 Néogène N

Uniquement dans la région de OGLAT MOHAMMED ET HASSI OULAD SAID Les dépôts néogènes recourent d'une manière continue les dépôts plus anciens suivant les bordures de chaînes d'ougartha sont largement répandus dans la partie sud et sud-est du territoire des travaux en forment la base des âges er-rahoui et se constitue par des dépôts grès à grains fins quartzeux, gris, argileux. À passées d'argile rouge brique sable blancs, quartzeux, à grains fins à hétérométriques, stratification entrecroisée.

II-2-3-2 Quaternaire

- Terrains quaternaires anciens (q 1) :

Ils sont d'une répartition restreinte dans la région et développés surtout dans l'oued de la saoura et aux alentours du sommet du djebel kahla. Les formations en question sont représentées par des sédiments argilo-graveleux diluviens, diluvien prépluvionnaires et prépluvionnaires qui forment les terrasses les plus hautes et les dépôts de blocs et d'abattis de larges cônes de déjection à pendage faible. Elles sont constituées par les roches limoneuses, grés graveleuses en gros débris alluvionnaires et proluvio-déluvionnaires et forment les cônes de déjection,

- Formations actuelles :

Elles sont représentées par la matière argileuse, gréseuse et de galets anguleux fins constituent les dépôts alluvionnaires (vallée de l'oued snoure), prépluvionnaires (sebkha el melah) et éoliens. Ces derniers couvrent plus de la moitié de la superficie de la feuille (Grand erg Occidental etc....) et forment les dunes, souvent.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

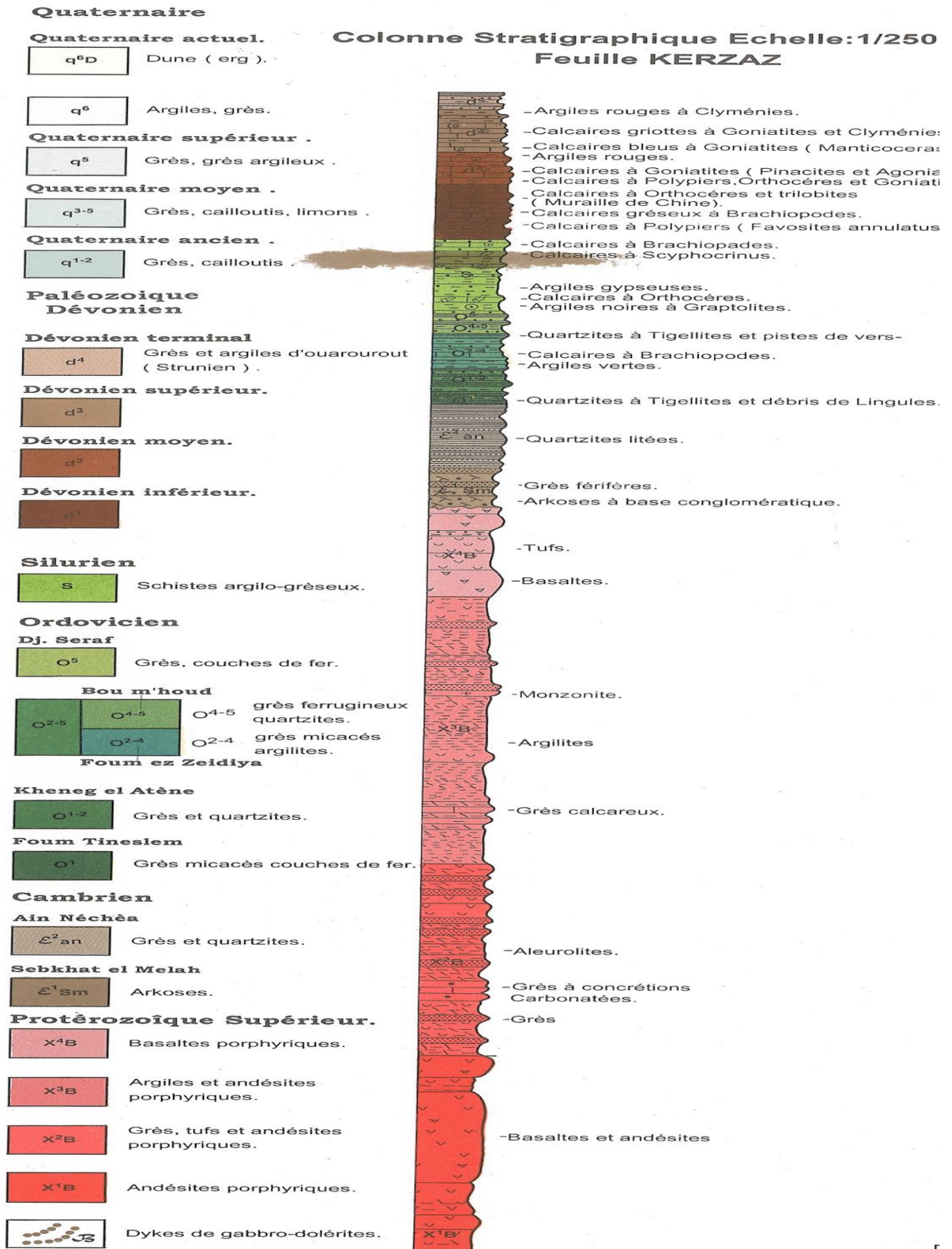


Figure 9: Log stratigraphique de feuille de kerzaz REALISES PAR
(Arezki Zerrouki.1997)

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

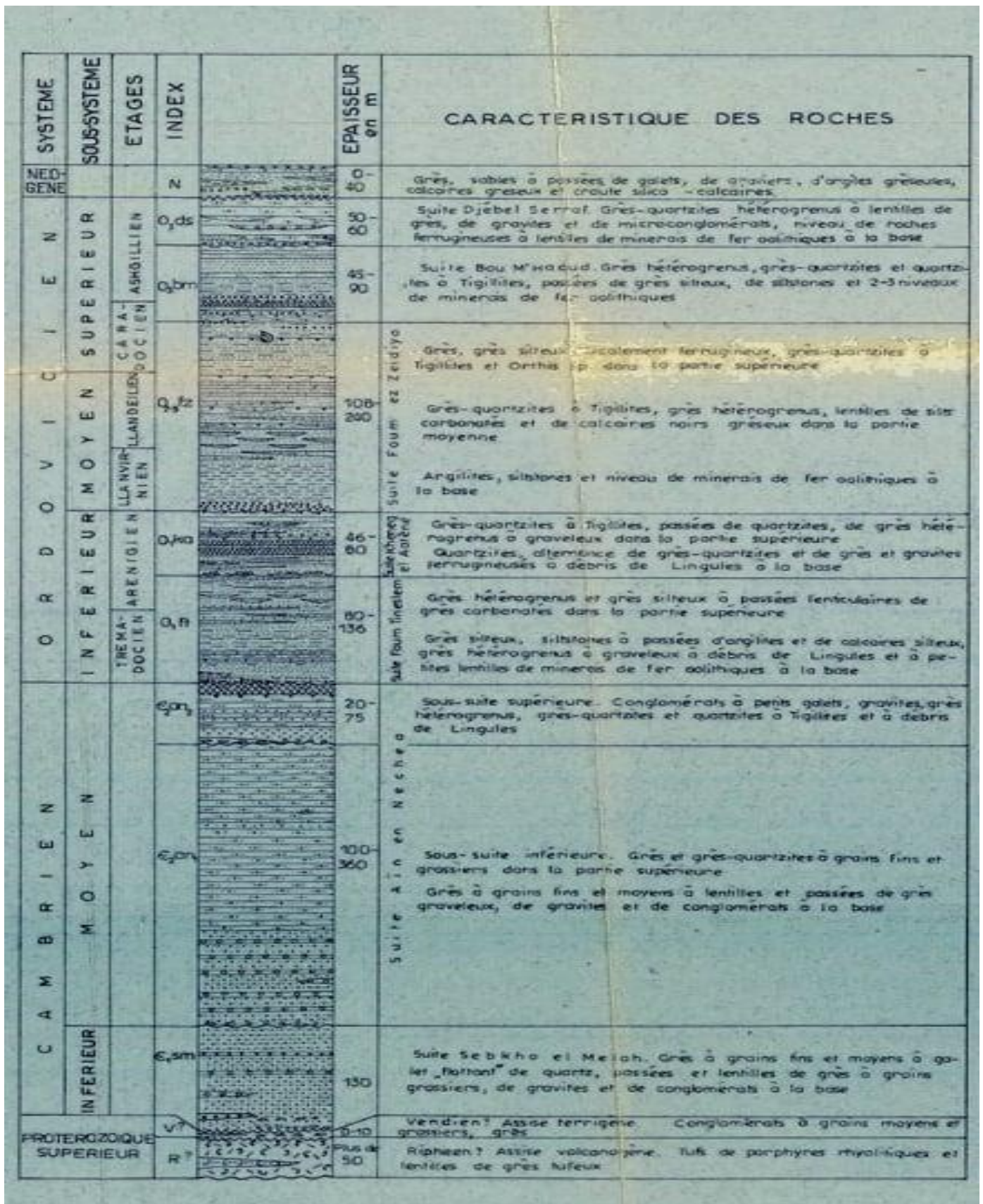


Figure 10 : Log stratigraphique de feuille de HASSI OULAD SAID ET OGLAT
MOHAMMED REALISES PAR (P. Zaitsev 1985)

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

II-3 MAGMATISME

II-3-1 Formation intrusive :

II-3-1-1 Dans la région de Hassi olad said et oglat Mohammed :

Dans la région en question les formations intrusives ne sont pas bien développées on n'y connaît que les sillons et les dykes basiques afflueront sur la feuille oglate Mohammad et Hassi ouled said.

II-3-1-2 Série de dykes d'âge comblent tardif :

Dykes de porphyries basaltique situé au centre de Hassi Ouled said ou sud-ouest du djebel el ahmar le dyke est lié à la faille orientée au nord -ouest.

II-3-1-3 Série de dykes d'âge de permien trias :

Les dykes et les sillons basiques de cet âge sont répandus sur la feuille Oglat Mohammed ou ils donnent l'image assez nette sur le champ magnétique et sont liées ou accidents tectoniques et aux surfaces intra-formationnelles de d'écoulement de roches cambro-ordovicienne de plus les roches basiques sont détectées par la géophysique sous la couverture des dépôts plus tardifs de feuilles oglat Mohammede dans la partie méridionale. Suivent la composition on distingue parmi les roches de cette série : Dolérites, basaltes doléritique, de diabases et de porphyrites.

II-3-2 Formation effusive :

II-3-2-1 Dans la région de karzaz :

L'activité magmatique dans la région est associée à la phase baïkalienne de la tectogenèse Les intrusions y n'existent pas.

Les épanchements de lave et de tufs ne sont marqués eue dans le protérozoïque supérieur on peut noter que l'intensité du volcanisme avait été variée dans diverses périodes ainsi, dans les dépôts du précambrien développés dans la vallée de Sebkhet el Melah, est sont formé par les porphyries basaltiques, andésitiques, de tuf-laves.

Les dykes sont pareils aux laves selon la composition et ne se distinguent de ces dernières que par les particularités structurales et les formes de gisement. Ils représentent évidemment les canaux des éruptions linéaires des effusions. Dans les parties supérieures de l'ensemble protérozoïque et dans les terrains du paléozoïque, les dykes ne s'observent pas.

II-4 Tectonique :

Le territoire en question est situé dans les limites de la plate-forme Nord-Africaine qui fait partie de l'Ougarta.

Dans la région de oglate Mohammed et Hassi oulad said :

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

L'évolution tectonique de la région se manifestent géologiquement comme bombement du type anticlinorium qui s'étend SE-NW.

Dans le cadre de la région étudiés, deux étages structuraux, étage structural inférieur (du Protérozoïque supérieur et étage structural de Paléozoïque.

II-4-1 Étage structural inférieur :

Il représenté par la molasse continentale terrigéno-volcanogéno, constituée de dépôt volcans sédimentaires du Protérozoïque supérieure.

La limite inférieure de cette unité n'est pas connue, la limite supérieure se traduit par la discontinuité (discordance angulaire et stratigraphe) de caractère régional.

Les formations de cette unité tectonique de la région affleurent dans des petits massifs sur les anticlinaux paléozoïques sur les feuilles oglat Mohammed et Hassi ouled said. Le niveau structural supérieur est Subdivisé en deux termes :

Le sous niveau inférieur de riphéen : est composé des molasse volcangène des effusifs différentes qui se manifeste par la surface de la discordance régionale avec les dépôts du sous niveau supérieur de Vendion.

Les roches du sous niveau faiblement structurés (faible plissement) sont affectées d'une manière intense par le phénomène de fissuration dans les directions différentes d'une manière générale la fissuration intense des volcanites du Riphéen n'existe pas dans les roches de niveaux structuraux sous-jacent.

Dans ce sous niveau on peut distinguer dans les limites du territoire étude sur le grand anticlinal Atinin sur les feuilles tabelbala et oglat Mohammed.

Anticlinal Atinin : est un prolongement direct de l'anticlinal Damrane décrite sur la feuille tabelbala s'étend vers le NW sur 200km de l'oued mana (feuille oglate Mohammed) jusque-là daoura avec la largeur de 20-25 km environs les flacons de pli sont formé par les volcanites intermédiaires la partie axiale (oued Damrane feuille tabella) qui montre les roches plus ou moine de composition basique ou intermédiaire les pendages des roches sont de $5a10^{\circ}$.

-Niveau structural supérieur : il représenté par la molasse continentale supérieure composée des conglomérats et grés parfois rouges, du vendien dites roches n'affleurent qu'aux cours des structuraux anticlinales, les limites inférieures et supérieures du niveau en cause se manifestants par les surfasse des discordances régionales.

II-4-2 Etage structural supérieur :

Dans la région donnée l'étage structural supérieur constitue la couverture de plateforme, formée par des dépôts paléozoïques et méso-cénozoïques. Ils reposants avec discordance angulaire et avec transgression sur les diverses formations de l'étage structural inférieur.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

L'étage structurale supérieur est séparé en quatre niveaux structuraux :

- **Niveaux structuraux du Paléozoïque inférieur :**

Les dépôts de ce niveau sont représentés par les dépôts continentaux et marins du cambro-ordovicien les roches de ce niveau sont faiblement évoluées et dessinent des plis individualisés de style de plate-forme de même, elles sont introduites par les sills et recoupent les dykes basiques d'Age différent.

Les dépôts de ce niveau sont groupés en trois sous niveau :

Sous niveau de cambrien :

Composé des dépôts terrigènes de la sub-formation continentale terrigène au cambrien inférieur et traversés par des dykes des porphyrites basaltiques (feuille Hassi ouled said). Le long de la faille à l'orientation méridienne N-W (310-320°).

-Sous niveau de l'ordovicien inférieur :

Est composé de dépôts argilo-gréseux avec rares bancs et lentilles des calcaires, ces dépôts formant une seule et même sub-formation marine argilo-gréseuse (séries foug-tineslem et khneg-el-aatene) sont répandus dans la limite du bassin et se caractérisent par les variations latérales et verticales et les failles sont de mêmes directions. - Sous niveau de l'ordovicien moyen – supérieur :

Constitué par les dépôts carbonate-terrigenes de l'Ordovicien moyen et supérieur (Bou m'houd et foug ez zeidiya).

Tous les dépôts du niveau structural du Protérozoïque inférieure sont plissés à cause d'une seule étape de tectogenèse et sont groupés dans une grande structure ou style tectonique de plate-forme.

II-4-3 Structures plicatives :

L'anticlinal Ouled-said : situé dans la partie centrale de la feuille Hassi Ouled said de SE au NW sur 85 km, avec une largeur de 7 à 9 km et un axe de pli est orienté vers le NW (305-310°), la charnière plonge dans le même sens. Le cœur du pli est formé par les rhyolites riphéennes affectés par les failles à fortes pendages orientées NW.

L'anticlinal chbika : situé au NE de Oglat Mohammed et à NW de Hassi Ouled said, se suit dans la direction SE-NW sur 90 km avec une largeur de 15 km, c'est l'anticlinal coffré à vue large (jusqu'à 10 km) et aplatis. L'axe du pli un peu courbé vers NE à l'orientation NW (305°). La charnière est plongée vers le NW et le SE à partir des failles rapprochées les unes des autres d'orientation NE de la région ghare toubibe. Le cœur du pli montre les rhyolites riphéennes.

L'anticlinal Atinim : se trouve au nord de la région de Oglat Mohammed et se suit du centre de la feuille vers le NW. Ayant la longueur de 85 km le pli montre la largeur de 40-45 km ou plus

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

c'est un anticlinal symétrique a vue aplatie. Le pendage des roches est faible. L'anticlinal est affecté par une série des failles sub-latitudinales NW et sub-méridiennes il est traversé par les dykes et les sills basiques.

Le synclinal Hassi Ouled said : se suit dans le centre de la feuille homonyme de SE au NW sur 60-65 km l'axe du pli est orienté W 35° N. Le cœur du synclinal est formé par les grés faiblement inclinés (2-3°) le flanc NE et affecté par les failles d'orientation NW (305°) a fort pendage cette faille affecte également le flanc SW de l'anticlinal Ouled said.

- **Niveaux structuraux du Paléozoïque moyen inférieur :**

Les dépôts de ce niveau structural constituent la série de sub-formations de plate-forme qui est couronnée par la sub-formations continentale rouge terrigène.

Les dépôts de ce niveau structural sont séparés des unités structurales sous et sous-jacentes par les surfaces de discordance régionales.

On distingue quatre sous niveaux structuraux :

- **Sous -niveau de Silurien :**

Se manifestent par les formations lagunaires de carbonates composés essentiellement de dépôts argileux avec gros bancs des grés calcaires sont connus dans le synclinal ouest-algérien et Tindouf Reggane ainsi que dans certaines dépressions intra montagneuse du bombement de l'Ougarta.

Les roches de ce niveau présentent une allure monoclinale a pendage NE à 5-10° sur la bordure NE du bombement de l'Ougarta et a pendage 2-5° sur la bordure SW.

- **Le sous -niveau structural du Dévonien :**

Il se manifeste par la formation marine peu profonde carbonato-terrignée. La partie supérieure est constituée de formation continentales rouge terrigène apparition de la phase de plissement bretonne de la tectogenèse hercynienne.

- **Le sous -niveau structural du Carbonifère inférieur :**

Il est formé par la série verticale des formations marines de plate-forme des formations sub-lagunaires de la partie inférieure par la formation littorale carbonato-terrignée à la formation carbonatée de la partie sommitale.

Les roches de sous-niveau montrent un faible pendage monoclinale de 2-4°.

- **Le sous -niveau structural du Carbonifère supérieur :**

- Se caractérise par la formation continental rouge terrigène composés de grés et argiles on observe des dépôts dans les petits affleurements isolés du au drainage par les petits oueds latéraux du bassin. Les dépôts sont recouverts eu discordance angulaire stratigraphique par les sédiments du niveau structural cénozoïque.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

- **Niveaux structuraux du Mésozoïque :**

Ce niveau se traduit par la formation continentale rouge terrigène a la base et par la formation transgressive marine carbonatée ou sommet les formations indiquées sont constituées des roches terrigènes et carbonatés.

- **Niveaux structuraux cénozoïque :**

Il se compose de la formation carbonato-terrigené du Néogène des bassines intérieurs et largement répandu sur toute les surfaces de la région les dépôts de la formation reposent en discordance régionale sur les différentes formations des unités structurales sous-jacentes et forment toujours les plateaux faiblement inclinés (4°) vers le sud.

II-4-4 La région Kéraz :

Tectonique Dans la région de karzaz :

Le territoire en question est situé dans les limites de la plate-forme Nord-Africaine et sur sa partie réactivée. On y distingue trois importants éléments géologiques.

II-4-4-1 La plate-forme proprement dites :

Une partie de la plate-forme Nord-Africaine dont le soubassement sort un édifice plissé Baïkal formé à la fin du Protérozoïque. Cet étage structural paraît recouvert par les dépôts Paléozoïques d'une structure simple et de puissance minimum la région est entièrement surmontée par les terrains du Quaternaire ancien et les dépôts éoliens actuels du grand Erg occidental. L'interprétation des données magnétométriques permet de déterminer la présence d'importantes failles de direction NE qui conditionnent une structure en horsts, du territoire.

II-4-4-2 La zone de jonction :

La zone de jonction de la plate-forme et sa partie réactivée passe le long d'oued de Saoura, elle est recouverte presque partout par les roches tendres jeunes. Cette zone figure sur la carte magnétométrique et dont quelques points affleurent et sont représentés par les terrains les plus récents du Paléozoïque (les terrains dévoniens), formant les plis linéaires minuscules.

II-4-4-3 La zone d'intensification de la plate-forme :

Le domaine plissé épicontinental (chaines d'Ougarta) recoupe la plate-forme Nord-Africaine dans la direction WNW. Tout en se référant aux travaux de N.Chatsky (1955), de M Salop, de J.Chcynman (1969) et d'autres J.L. Bies (1969) prend ce domaine pour un aulacogène.

Sa structure intime est compliquée. Les roches de l'étage structural baikalien sont disloquées d'une façon intense (dans la partie d'affleurement de la vallée Sebkhah el Melah elles ont un pendage NNE (65-30°).

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

Deux failles mises en évidence par les travaux géophysiques, servent de limiter du bloc abaissé. Le dernier est bien accusé dans les roches précambriennes par un synclinal transversal en flexure dont le noyau est constitué par une assise volcan gène supérieur.

Les roches de l'étage structural du Paléozoïque forment de larges mais courts et clos plis déjetés arqués de direction NW à sommets aplatis et avec de flancs N à pendage fort (jusqu'au 50°) et de flancs S à pendage faille (15° au plus).

II-4-4-4 L'anticlinal de Sebkhet el Melah :

Il présente une structure plicative essentielle. Etant assez simple au SE celle-ci devient plus compliquée tout en se ramifiant en plusieurs plis vers le NW de la faille, le nombre de cassures y augmente vite et on peut marquer l'accroissement de la minéralisation métallifère, en particulier.

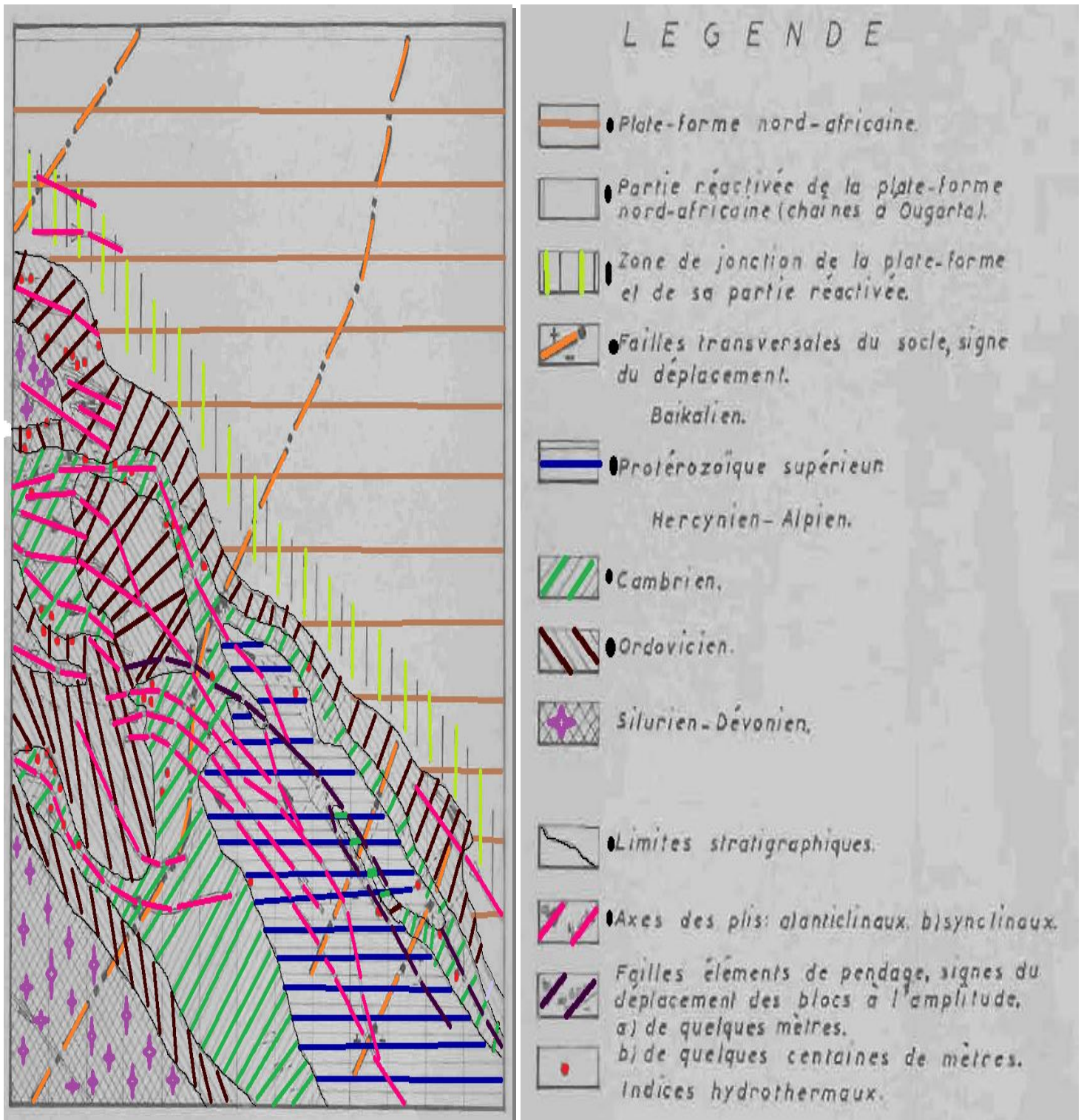
La tectonique cassante de la phase tectogénèse baïkalianne a abouti à la formation des fissures dans les roches précambriennes ; ces fissures ont été remplis ensuite par les dykes de composition diabasique.

II-4-4-5 La faille d'Oued el Akba :

Observé ou SE au NW à travers tout le territoire de la feuille de Kerzaz et plus à l'Ouest, est la plus grande rupture post-paléozoïque. C'est aussi un complexe de faille conjonctive rameuses qui change de direction et de signe d'écartement au point de croisement avec la fracture transversale de longue activité du soubassement.

Elles ont une amplitude de quelques dizaines à quelques centaines de mètres, un pendage NE de 60°, une zone de quartzification et de brèche dont la puissance est égale à quelques mètres ; cette zone contient par endroit une minéralisation métallifère. Il est bien possible que le long de la fracture en question il existe des mouvements de glissement horizontaux.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.



**Figure 11 : schémas tectoniques de la feuille de kerzaz REALISES PAR
(R.HADDAD 1779)**

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

II-5 MINERALISATION :

Plusieurs types de minéralisation sont connus dans la région d'étude.

II-5-1 Métaux ferreux :

1. Sur la feuille de Hassi Ouled said :

Manganèse : 2 anomalies géochimiques.

2. Sur la feuille de oplat Mohammad :

Fer : un point de minéralisation 2 indices de minéralisation.

Il s'agit de deux niveaux de la formation bou-M'haoud.

1-Niveaux : inter stratifié dans les siltites finement litées et souvent ferrugineuse.

2-niveaux : est composé de mènèrai massif hématite avec lentilles de minerai éolithique.

Manganèse : 4 anomalies géochimiques.

3. Sur la feuille de Kerzaz :

Dans la région en question, parmi les minéraux utiles métalliques sont connus les indices de minéralisation on fer, manganèse cuivre et plomb. Ceux-ci sont associés d'une manière étroite avec le zinc l'arsenic, le cobalt, l'argent, plus rarement avec l'antimoine, le cadmium, l'or et le nickel.

- Fer :

Etant donné que les travaux de recherches et d'estimation sur les indices de fer ne faisaient pas l'objet des travaux de l'équipe d'Ougarta, ceux-ci ne sont décrits que dans les grandes lignes.

Nos prédécesseurs (M.Meindre, 195) et nous-même ont distingué 4 horizons ferrifères situés à diverses hauteurs stratigraphiques, dans les terrains ordoviciens.

Les 3 premiers niveaux sont fixés dans l'ordovicien inférieur le quatrième dans l'ordovicien supérieur.

Les couches ferrifères sont représentées par les grés ferrugineux, les quartzites et les minerais oolithiques, l'hématite et ciment (tant la matière détritique des roches terrigènes est le principal minéral métallifère.

D'après M.Meindre, la teneur en fer varie de 23 à 53%, alors que la puissance des couches métallifères varie de 0,5m à 1,5-5m, rarement 6 m. On signale parfois la présence du manganèse dans les minerais (jusqu'à 4-5 %).

Les réserves de fer estimées pour le 3ème niveau (le plus riche) du chantier d'El Mesdar (en dehors de la feuille de Kerzaz) varient entre 40-50 millions de tonnes (m.Meindre, 1954).

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

- **Manganèse :**

Les indices sédimentaires de manganèse sont situés sur le flanc NE de l'anticlinal sebkha el mellah et constituent une couche métallifère de 0,5-1,5m de puissance et de 50m de long.

Elle repose à la base de l'assise moyenne du cambrien. Les grés quartzeux renferment une métallifères des minéraux de manganèse sont métallifères. La concentration du manganèse y varie de 16,3% à 19,1 % (selon les résultats d'échantillonnage de nos prédécesseurs).

II-5-2 Métaux non ferreux :

1. Sur la feuille de Hassi Ouled said :

- **Cuivre :** un point de minéralisation et 3 anomalies géochimiques.

Il s'agit de cuivre des grés quartzitoides fins aux intercalations des grés moyen sa minéralisation visible à la formation Ain néchés.

- **Plomb :** 2 points de minéralisation et 5 indices de minéralisation.

Il s'agit des grés quartzites fortement ferruginisées de terme supérieur de la formation Ain néchés.

- **Zinc :** 10 anomalies géochimiques.

2. Sur la feuille de oplat Mohammad :

- **Cuivre :** 3 points de minéralisation et 6 anomalies géochimiques.

Cuivre hydrothermal : filon de quartz situé au centre de la zone sublatitudinales de la bréchification des grés-quartzites de la formation Ain-en-Néchés.

- **Cuivre :** niveau lenticulaire des grés quartzeux hétéro granulaires de la base de la formation de Bou-M'haoud.
- **Plomb :** 2 points de minéralisation et 19 anomalies géochimiques.

Plomb hydrothermal : la zone de bréchification de quartz filonien cimenté par l'agrégat fin d'oxyde de fer.

- **Plomb :** il s'agit de la carapace siliceuse aux dépends des grés du Néogène.
- **Zinc :** un point de minéralisation et 33 anomalies géochimiques.

Niveau degrés à grains moyen a rares galets et l'intercalation lenticulaire des variétés ferruginisées.

3. Sur la feuille de Kerzaz :

- **Cuivre :**

On n'y connaît qu'un seul indice (Tacroum) et 4 points de minéralisation. Les recherches effectuées sur le territoire de la feuille du Kerzaz ont permis de distinguer 3 indices métallifères (Sebat el Melah et El Aouina) et 24 points de minéralisation.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

Un nombre important d'indices et des auréoles secondaires est concentré sur la moitié Ouest de la feuille, dans les dépôts de l'assise supérieure du Cambrien.

Les indices isolés sont observés dans la partie Sud- Est de la feuille, parmi les formations volcaniques du Protérozoïque supérieur.

Les indices de minerai les plus importants sont ceux de Tacroum et de Sebat el melah.

Les indices de cuivre sont liés avec les zones de broyage et de quartzification, tout en se localisant dans les filons de quartz et quartzo-barytiques. Des accidents tectoniques à direction NW et sublatitudinales.

Indice de Tacroum (N 21) : Il est situé à 25Km au Nord-Ouest de Kerzaz, sur le bord gauche de l'Oued Takoula.

Indice de Sebat (N 30) : Il est situé à 30 Km vers le sud-ouest du village de Kerzaz, à l'amont de l'Oued qui porte le même nom.

Indice d'El Melah : Cet indice est situé à 36 Km au Sud-Est du village de Kerzaz, à 3km au sud de la cote, repéré à 442.0m, suivant l'Azimut sud 180°.

- **Plomb :**

Le plomb ne forme pas les propres indices monométalliques et s'observe ensemble avec les autres métaux tels que le cuivre, le zinc, le manganèse, le fer, le cobalt et l'arsenic.

La minéralisation en plomb a été pour la première fois décelée à la suite des travaux de l'équipe d'Ougarta. Le plomb a été découvert dans 24 points avec une teneur de 0,1% jusqu'à plus de 1%,

Les indices de plomb, ainsi que de cuivre localisent principalement sur la majorité Ouest de la feuille de Kerzaz. Ils sont attribués aux quartzites, aux filons barytiques et quartz barytiques aux filons barytiques et quartzo-barytiques concentrés dans les terrains du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien.

- **Zinc :**

Le zinc est découvert par l'analyse spectrale dans les mêmes zones de quartzification que les indices de cuivre et de plomb. A l'œil, les minéraux de zinc ne sont pas déterminés. Selon les résultats d'échantillonnage il se distingue dans les 20 points, dans la paragenèse à plomb, cuivre, argent et arsenic formant des combinaisons variées. Dans les points de minerai sa concentration varie généralement entre 0,1-0,3% et dans 4 indices seulement elle atteint 1% et "plus".

Ces indices métallifères n'ont pas de valeur pratique.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

- Cobalt :

L'existence de ce minerai a été constatée dans 12 indices de cuivre et de plomb. Les résultats de l'analyse spectrale ne démontrent que la teneur en cobalt varie de 0,01% à 0,3% et plus. Les concentrations maximales (0,2-0,3%) sont inhérentes aux indices de cuivre localisés dans les zones de quartzification à minéralisation ferromanganèse.

- Arsenic :

Il est découvert dans 9 points de minéralisation existant le plus souvent dans les indices de plomb et de zinc. Dans ce cas il s'associe avec le cuivre. Sa teneur varie de 0,1 à 1%. Les formes minérales ne sont pas connues. Les concentrations élevées de l'arsenic sont déterminées, semble-t-il par les cuivres gris qui accompagnent parfois les sulfures de plomb et de cuivre.

II-5-3 Métaux rares

1. Sur la feuille de Hassi Ouled said :

- Etain : une anomalie géochimique.
- Wolfram : une anomalie géochimique.
- Molybdène : une anomalie géochimique.
- Vanadium : une anomalie géochimique.

2. Sur la feuille de oplat Mohammad :

- Etain : deux anomalies géochimiques.
- Wolfram : une anomalie géochimique.
- Molybdène : une anomalie géochimique.
- Arsénite : trois anomalies géochimiques.

II-5-4 Métaux précieux

1. Sur la feuille de Hassi Ouled said :

- L'argent : deux points de minéralisation et 6 anomalies géochimiques.

L'argent hydrothermal.

Il s'agit de la zone de bréchification des grès quartzites de la formation Foum Tineslem, sont cimentés par l'agrégat de l'hématite.

L'argent :

Il s'agit des inter bancs minces des grès hétéros granulaires ferruginisées dans les siltites et les grès silteux de formation Foum-zeidiya.

2. Sur la feuille de oplat Mohammad :

- L'argent : un point de minéralisation.

Filon de baryte (orienté NE 60°) dans la zone de bréchification des grès-quartzites de la formation Kheneg-el-Aatène.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

3. Sur la feuille de Kerzaz :

- Argent :

Il n'est décelé à l'œil. Sa présence est constatée par l'analyse spectrale dans les indices de plomb et de cuivre ; il se trouve évidemment dans le para genèse de leurs sulfures.

L'existence de l'argent en concentration plus ou moins élevées (20-100 gr/t) est marquée dans 18 indices. Il n'a pas de valeur autonome, moins en cas de découverte des indices de plomb-cuivre importants, l'argent peut être exploité accessoirement.

II-5-5 Substances non-métallique

1. Sur la feuille de Hassi Ouled said :

- Baryte :

Série de filons et des filonnets de baryte située dans la zone de bréchification et de salifications en veinules. Orientation NW 290° encaissé dans les grés- quartzites de la formation kheneg-el Aaténe.

2. Sur la feuille de oglat Mohammad :

- Baryte : 4 points de minéralisation.

Filon de baryte dans la zone de bréchification et de silicification (orientation NE 60°) des grés de formation kheneg-el Aaténe.

3. Sur la feuille de Kerzaz :

- Baryte :

Les indices de baryte sont bien développés dans la partie Sud-Ouest du territoire étudié, surtout dans la région du brachyanticlinal de Guelb en Nehas.

Ils sont rapportés aux zones de quartzification situées dans les terrains cambro-ordoviciens et représentés par les filons quartzo-barytiques, parfois barytiques.

Les indices de baryte ne représentent pas d'intérêt économique, compte tenu des paramètres insignifiants des filons de baryte.

- Sel :

Sur le territoire de la feuille de Kerzaz on connaît un indice de chlorure de sodium de peu d'importance, au point de vue des ressources. Il est situé au coin Sud-Est de la feuille et formé grâce au lac de Sebkhet el Melah.

Le sel est de bonne qualité et les habitants du lieu l'utilisent dans nourriture. L'indice n'est pas acceptable pour l'exploitation industrielle. Argiles Montmorilloniques :

Les gisements des argiles de montmorillonite englobant une grande surface et ayant une puissance de 5m ont été découverts à proximité du village de Kerzaz, dans la partie supérieure

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE.

du Pliocène. Malheureusement, ces argiles ne peuvent pas être exploitées, vu la teneur basse en alumine et par contre, la concentration élevée en oxydes de silice.

- Phosphorite :

A 38 Km au sud Est de Kerzaz, aux conglomérats de la base ordovicienne, dans les galets et débris de coquille on a décelé la matière phosphatique. Toutefois, ce banc ne représente une insuffisante teneur en phosphore.

II-5-6 Matériaux de construction :

En tant que matériaux de construction on trouve les argiles et les sables ainsi que les quartzites et quartzites-grés, ils sont bien accessibles et les habitants du lieu les utilisent pour la construction des demeures et des routes.

CHAPITRE III :
SYSTEME
D'INFORMATION
GEOGRAPHIQUE.

CHAPITRE III : système d'information géographique

III-1 Introduction :

Le concept SIG est né en 1963, et proposé par le topographe canadien R.F. Tomlinson, Les SIG ont commencé à pénétrer et s'appliquer dans les différents pays, dans les différents domaines. Avec le support matériel et logiciel d'informatique, traiter et manipuler les données géo spatiales, utiliser le modèle géographique à analyser les données, cette technologie SIG s'est rapidement implique dans la science informatique, les sciences de l'informations, la télédétection, la géographie, la cartographie, les études environnementales, les études de ressources et devient une nouvelle disciplinaire.

III-2 Définition de SIG :

Un Système d'Information Géographique (SIG) est un système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées. Le SIG permet d'acquérir, de stocker, d'organiser, de gérer, de traiter et de restituer des données géographiques sous forme de plans et de cartes pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale. On décompose le territoire en couches thématiques (lithologie, magmatisme, tectonique...) structurées dans des bases de données numériques. **(Figure 13).**

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

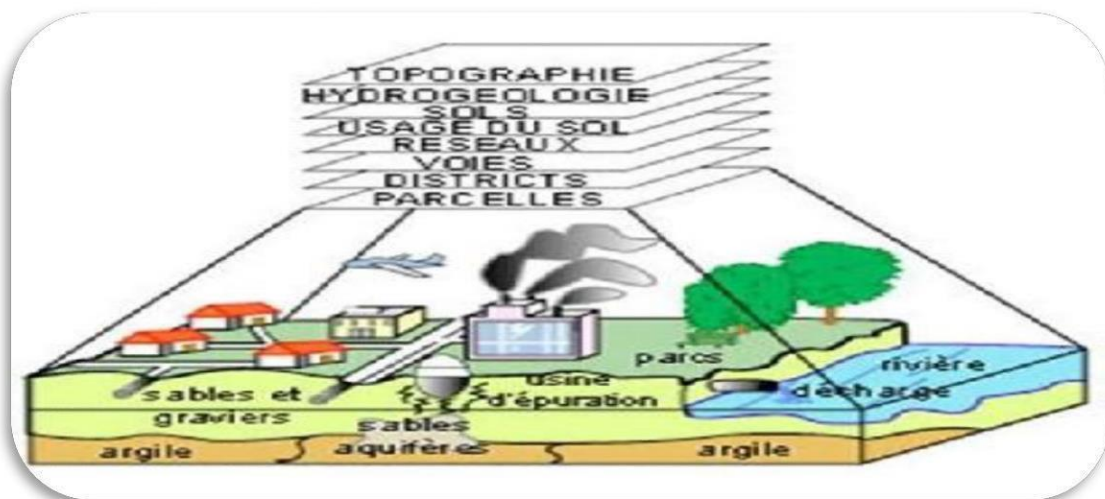


Figure 12 : Base de données géographiques

CHAPITRE III : système d'information géographique

III-3 Les composantes d'un SIG :

Un système d'information géographique est constitué de cinq (5) Composants majeurs, Qui sont : (Fig14)

1-Logiciels 2- Matériels 3- Données 4- Utilisateurs 5-Méthodes

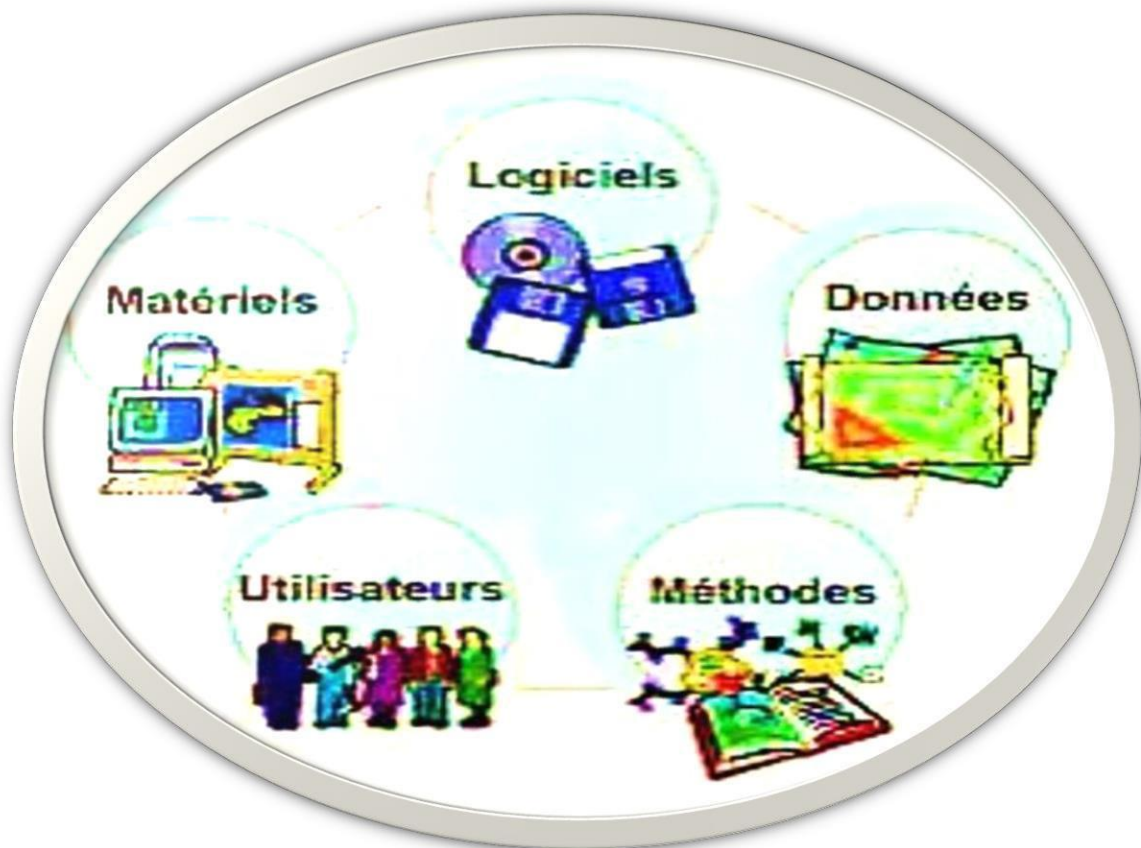


Figure 13 : Les 5 Composante d'un SIG

1. Logiciels :

Les logiciels qui offrent les fonctions élémentaires suivantes :

- **Acquisition** : saisie, intégration et échanges des informations géographiques sous Forme numérique.
- **Archivage** : structuration et stockage de l'information géographique sous forme Numérique.
- **Analyse** : manipulation et interrogation des données géographiques (calculs liés à la Géométrie des objets, croisement de données thématiques...)

CHAPITRE III : système d'information géographique

- **Affichage** : représentation et mise en forme, notamment sous forme Cartographique avec la notion d'ergonomie et de convivialité.
- **Abstraction** : représentation du monde réel. (RAVALET & PANET,2001).

2. Matériel :

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

3. Données : Les données sont les composants les plus intéressantes du SIG :



Données géographiques:(Ou spaciales)

Les données géographiques sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur. Une donnée est dite « géographique » lorsqu'elle fait référence à un (ou plusieurs) objet(s) localisé(s) à la surface de la Terre. Ses coordonnées sont définies par un système géodésique (ou système de référence spatiale). Elles sont deux composantes :

- Les données géométriques : renvoient à la forme et à la localisation des objets.
- Les données graphiques : elles renvoient aux paramètres d'affichage des objets (type de traits, couleurs, épaisseurs, etc..).



Données attributaires :

Il s'agit de données associées à un objet ou une localisation géographique, soit pour décrire un objet géographique, soit pour localiser des informations : nom d'une route, type d'un bâtiment localisé par son adresse, nombre d'habitants d'un immeuble localisé par ses coordonnées Lambert, débit d'un cours d'eau, tension d'une ligne de transport d'énergie, type d'arbres dans un verger localisé par sa parcelle, etc. Les données attributaires sont reliées à la géométrie de l'objet.



Métadonnées :

Ce sont les données associées telle que la date d'acquisition, le nom du prioritaire, la méthode d'acquisition, les limites d'utilisation ...etc.

4. Les utilisateurs :

Les utilisateurs des systèmes d'information géographiques ne sont pas forcément des spécialistes. Un tel système propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet. N'importe qui peut, un jour ou l'autre, être amené à utiliser un SIG. Le niveau de Compétences requis pour la conduite des opérations les plus basiques est, généralement, celui du technicien supérieur. Mais afin d'assurer une bonne qualité d'interprétation des résultats de l'analyse des données et des opérations avancées, celles-ci sont généralement confiées à un ingénieur disposant d'une bonne connaissance des données

CHAPITRE III : système d'information géographique

manipulées Et de la nature des traitements effectués par les logiciels. Enfin, des spécialistes sont parfois amenés à intervenir sur des aspects techniques Précis (MARTIN, 2004).

5. Méthodes :

Les méthodes de travail englobent les processus d'utilisation du SIG Mais également les méthodes de conception et mise à jour des données géographiques et alphanumériques ainsi que les méthodes a modélisation SIG.

III-4 Mode de présentation des données dans un SIG : il existe deux modes de représenté les donnés SIG

1. Mode raster :

Les données raster ont comme élément essentiel le pixel (Picture Elément). Elles proviennent soit d'un scannage d'une carte, soit d'une image numérique telle que les photos satellitaires). Les pixels sont répartis dans un raster de façon régulière. **(Fig15)**.

Les lignes et les surfaces ne peuvent être représentées que par l'enchaînement de pixels uniques. Un objet ne peut donc être représenté que de façon approximative, c'est ainsi que la taille du pixel conditionne l'exactitude de la représentation

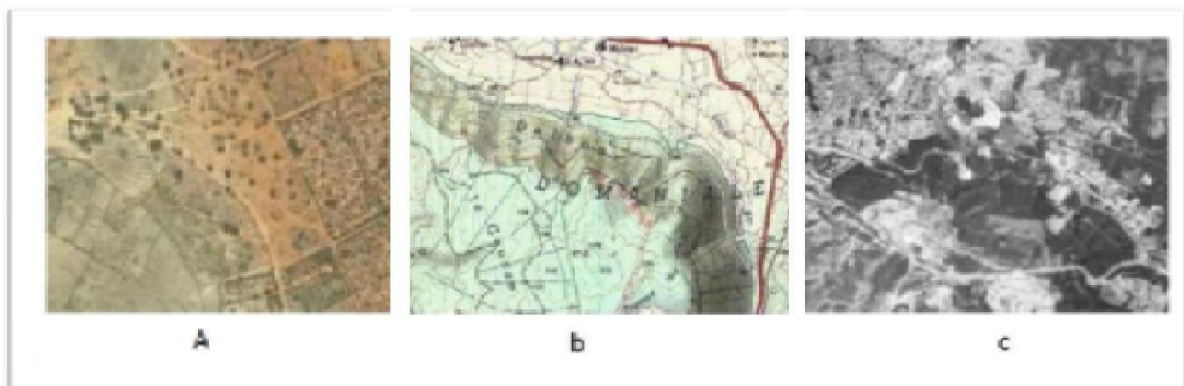


Figure 14 : Exemple de quelques données Raster (a : image satellitaire, b : image scannée, c : ortho photo aérienne) (BONNET M.2012).

2. Mode vecteur :

Il permet de représenter le monde réel sous forme des points, lignes ou polygones et chaque objet spatial est doté d'un identifiant qui permet de le relier à une table attributaire.

➤ Les points:

Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des polygones, ou par des éléments qui n'ont pas de surfacer réel comme les points cotés (ex : point de minéralisation).

CHAPITRE III : système d'information géographique

➤ Les lignes:

Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : faille) ou des objets linéaires qui n'ont qu'une longueur, comme les courbes de niveau (ex : plis).

➤ Les polygones: Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols, (ex: couche lithologique ou magmatique)

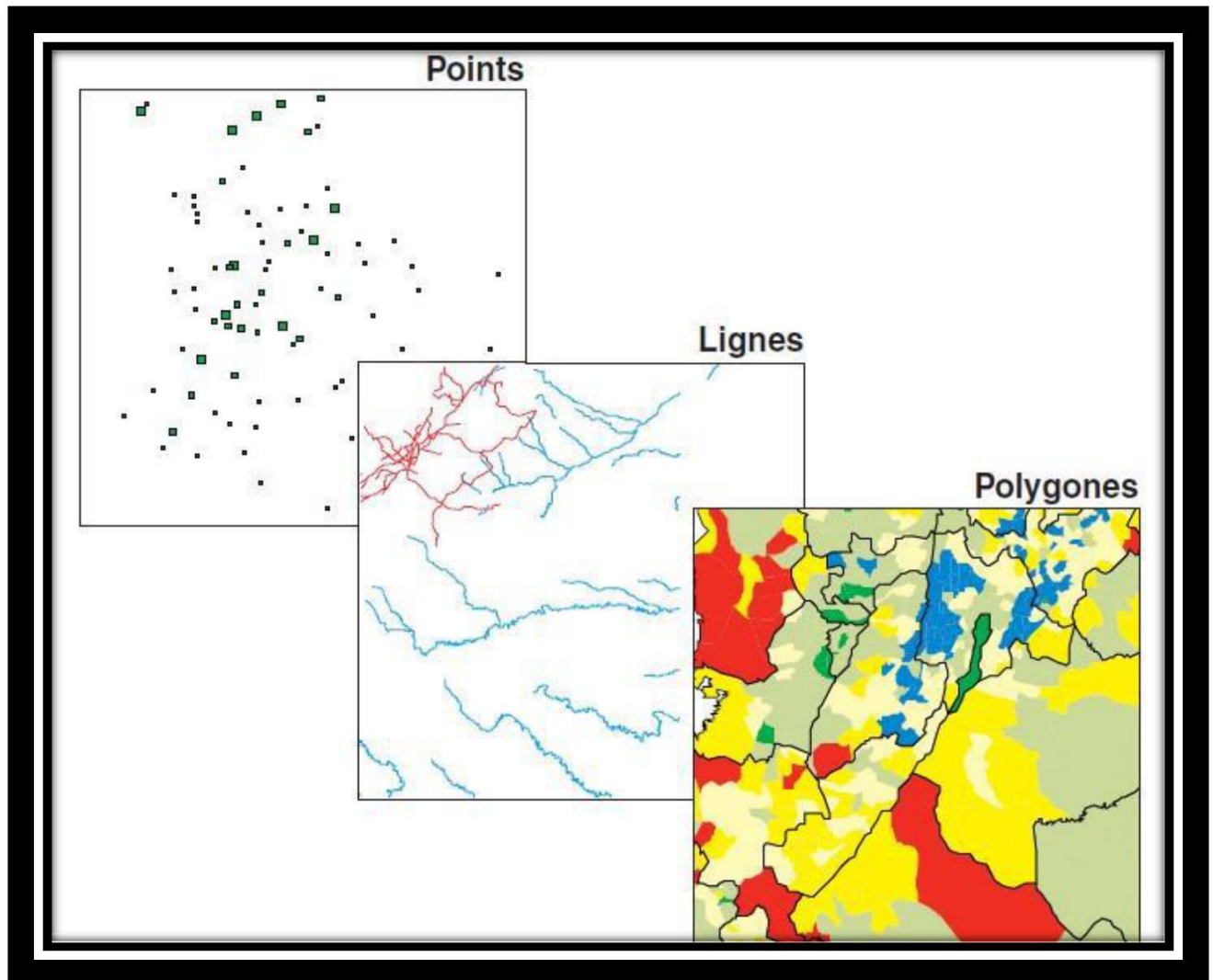


Figure 15 : Exemple de données vecteurs.

3. Comparaison des modes vecteurs et rasters :

Bien que les deux modes se distinguent par une organisation différente de données, ils restent cependant complémentaires en permettant à l'utilisateur d'élargir le champ de son investigation pour des applications et des traitements très variés. Chaque mode a ces avantages et ces inconvénients et le recours à l'un ou à l'autre n'est pas toujours une tâche facile, car ce

CHAPITRE III : système d'information géographique

sont les objectifs et surtout les sources de données du projet qui orientent le choix de l'utilisateur. Certaines applications peuvent même faire appel aux deux modes (tableau 2) [CLARMUNT G.1991 in OUHTIY].

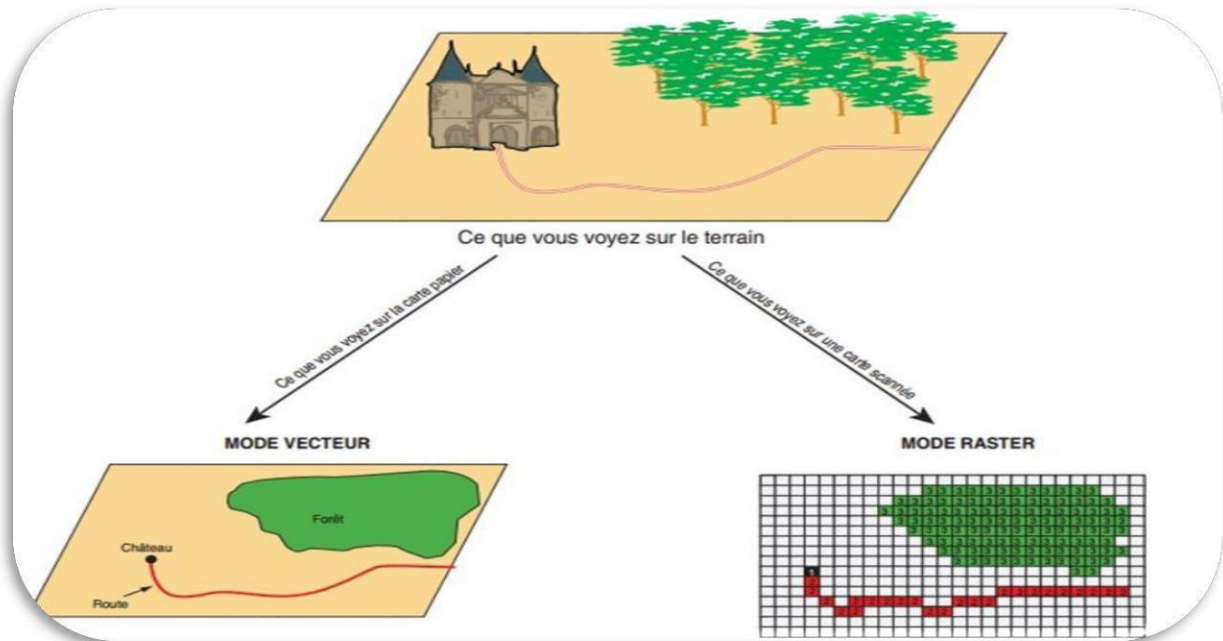


Figure 16 : Mode de représentation de l'information géographique

	Mode Raster	Mode Vectoriel
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> – Structure simple de stockage des données ; – Superposition et combinaison des données faciles ; – Analyse multi variable et modélisation spatiale faciles. 	<ul style="list-style-type: none"> – Structure de données compacte (une grande base de données pour un espace réduit); – Efficacité de stockage ; – Possibilité de décrire la topologie à l'aide des liens en réseau ; – Mesures spatiales précises ; – Recherche, mise à jour et généralisation des graphiques et des attributs possibles.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> – L'utilisation de pixels de grande taille est une perte de précision ; – Mesures spatiales approximatives ; – Cartes produites de qualité inférieure. 	<ul style="list-style-type: none"> – Structure de stockage des données complexes ; – Analyse multi-variable et modélisation spatiale complexes.

Tableau 2 : Avantages et inconvénients des deux modes raster et vecteur

CHAPITRE III : système d'information géographique

4. Structure de l'information géographique dans un SIG :

La structuration des données SIG se fait par couches, qui sont des ensembles d'éléments de références (données géographique et attributaires). Ainsi, une image raster, ou un ensemble d'objets vectoriels peuvent constituer une couche. Généralement, on assemblera dans une couche les objets faisant partie d'une même thématique. On rassemblera par exemple dans une couche nommée « tectonique » les objets de type « ligne » correspondant aux feuilles, aux sentiers etc., alors que d'autres objets linéaires (fleuves, canaux etc.) seront regroupés dans une couche distincte dans ce cas, la couche « Hydrologie ».

Si l'affichage d'une couche permet déjà la réalisation d'analyses intra couches, la grande force des SIG est de permettre la visualisation simultanée de différentes données par la superposition de couches (**Fig.18**), la superposition à volonté de couches de thèmes différentes permet d'obtenir une représentation des données adaptée aux besoins d'analyse, complexe et riche en information, notamment au niveau des interactions spatiales et thématique à partir de là, tout ou presque est possible grâce aux analyse multicritères et multicouches (Krafft et Al 2005),(Habert,2000),Fig18.

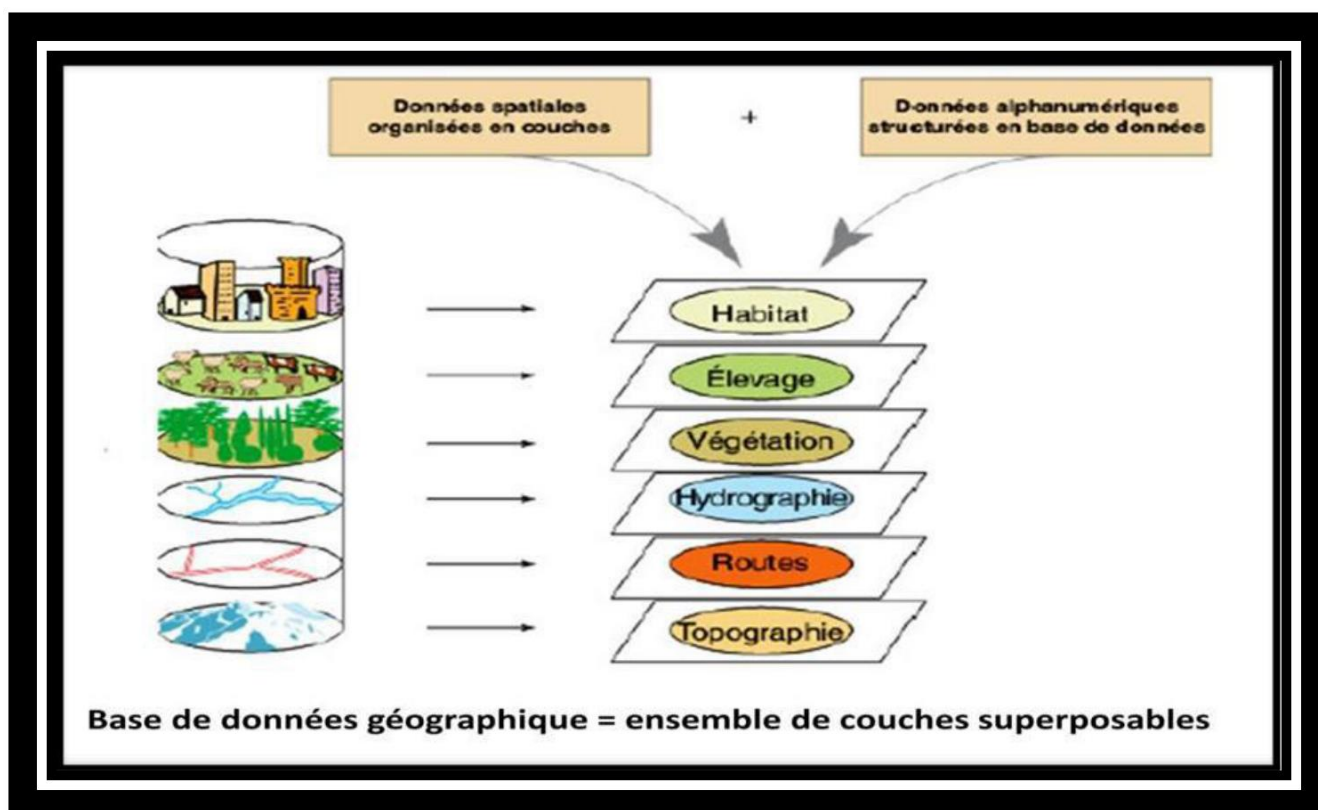


Figure 17 : Structure de l'information géographique dans un SIG (Habert, 2000).

CHAPITRE III : système d'information géographique

III-5 Les domaines d'application du SIG :

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons cependant :

- ❖ Géologie (prospection minière)
- ❖ Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques).
- ❖ Marketing (localisation des clients, analyse du site).
- ❖ Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement).
- ❖ Protection civile (gestion et prévention des catastrophes).
- ❖ Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires).
- ❖ Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture).
- ❖ Biologie (études du déplacement des populations animales).
- ❖ Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles).

III-6 Qu'est-ce que nous permet de faire un SIG ?

Il nous permet de :

- Disposer les objets dans un système de référence géoréférencé.
- Convertir les objets graphiques d'un système à un autre.
- D'extraire tous les objets géographiques situés à une distance donnée d'une route.
- Fusionner des objets ayant une caractéristique commune (par exemple : toutes les maisons raccordées à un réseau d'eau potable).
- Déterminer l'itinéraire le plus court pour se rendre à un endroit précis.
- Définir des zones en combinant plusieurs critères (par exemple : définir les zones inondables en fonction de la nature du sol, du relief, de la proximité d'une rivière

III-7 Les SIG et la Géologie :

1. Construction du SIG géologique :

Le modèle de données sous-jacent au SIG géologique se doit de répondre à un certain nombre de contraintes fortes, notamment :

- Décrire fidèlement et de manière exhaustive le contenu de la carte géologique.
- Associer les différents objets constitutifs de la carte dans des thèmes conformes à leur signification géologique.
- Mettre à disposition un outil à potentiel d'analyse optimum.
- Le potentiel d'analyse du SIG peut être amélioré si le levé géologique et la préparation des données sont effectués en prévision de la construction d'un modèle spatial SIG complet.

CHAPITRE III : système d'information géographique

2. Architecture du modèle spatial :



Le modèle de données proposé consiste en une base de données spatiale multicouche permettant l'élaboration de la carte géologique par superposition de différentes couches d'informations. Cette approche implique la séparation de l'information géologique de base en différents thèmes c'est-à-dire en un ensemble d'objets géologiques homogènes ayant un même type spatial et une information unique.

L'information « pseudo-3D » contenue dans la carte géologique et dans l'écorché tectonique est rendu par la superposition de thèmes de type polygones (« substratum rocheux » et « formations superficielles », par exemple). Des thèmes de type lignes (« éléments structuraux », « éléments morphologiques ») et de type points (« symboles orientés » symboles non orientés « forages », etc.) Complètent l'information.

3. Méthode de construction d'un SIG :

Schématiquement, une carte géologique est constituée de surfaces auxquelles sont attribués des codes de couleur permettant de distinguer les différentes unités de terrains. La réalité est cependant plus complexe.

Chaque surface est circonscrite par des segments de lignes qui sont les « objets élémentaires » de la carte. Certaines de ces lignes cumulent plusieurs significations géologiques (limite d'affleurement, niche d'arrachement et limite de tassement rocheux par exemple).

Dans un SIG chaque ligne appartiendra à un ou plusieurs thèmes. Comme élément constructif de polygones ou comme élément linéaire) signification structurale ou morphologique. La méthode développée consiste à numériser toutes les lignes de la carte géologique dans un seul thème de construction. Chacune de ces lignes reçoit une attribution simple ou multiple en fonction de son appartenance aux différents thèmes constitutifs de la carte géologique.

Ces attributs reflètent la ou les fonctions géologiques de chaque objet levé par le géologue sur le terrain.

L'attribution discriminante des lignes dans le thème de construction permet d'extraire de manière semi-automatique les éléments de base des différents types de ligne et polygones.

Une opération topologique est encore nécessaire pour générer les surfaces et leur conférer une attribution spécifique.

Une procédure itérative intégrant tests de validation, correction et reconstructions géométriques permet par ailleurs de garantir la cohérence topologique et sémantique du SIG.

CHAPITRE III : système d'information géographique

III-8 SIG SOUS ArcGIS :

1. Définition du logiciel ArcGIS :

ArcGIS est un logiciel de cartographie SIG permettant d'exploiter un système d'information géographique. Il offre de nombreuses potentialités pour la saisie, manipulation, gestion, analyse et l'édition des données géospatiales.

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 les différentes couches est le lien spatial, c'est-à-dire, l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées.

2. Présentation du logiciel ArcGIS 10 :

Le logiciel ArcGIS10 comprend trois applications principales :

a-Arc Map

b-Arc Catalog

c- ArcToolbox.

a) Présentation de l'interface ArcMap :



ArcMap montre, questionne, édite, crée ou analyse des données, sous forme de tables ou de cartes.

Il facilite la disposition des cartes lors de la mise en page pour l'impression, l'intégration dans d'autres cartes et l'édition de documents électroniques. L'application est présentée sur (figure 19).

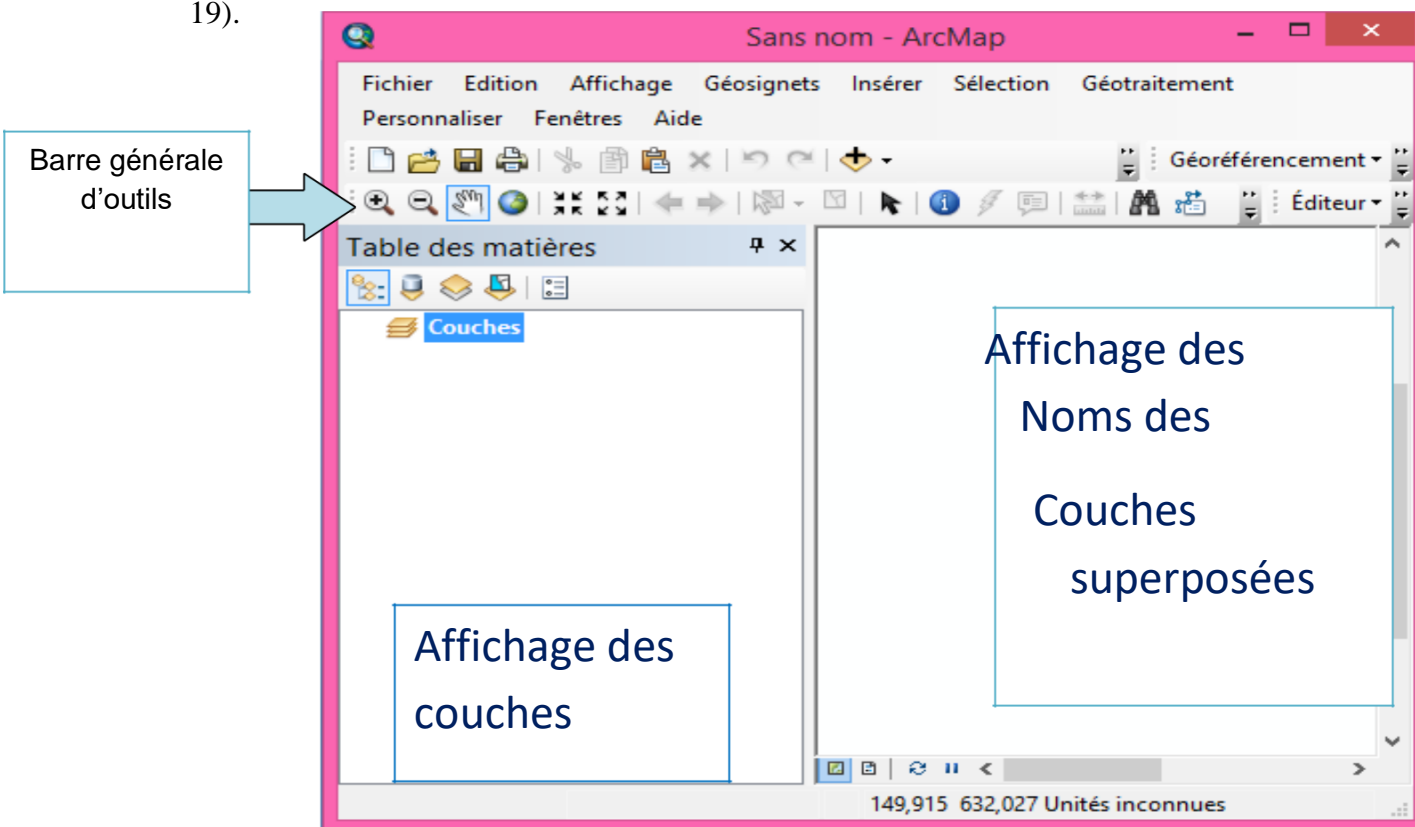


Figure 18 : Présentation de fenêtre ArcMap.

CHAPITRE III : système d'information géographique

La barre d'outils renferme les outils de navigation sur les données graphiques des couches, ainsi que les outils d'affichage rapide de données sémantiques (attributaires) liées aux entités graphiques.

b) ArcCatalog :



ArcCatalog nous permet de passer en revue, d'organiser, de distribuer et de modifier les éléments de propriétés des données géographiques et cela en employant des méthodes graphiques ou textuelles. (Fig.20).

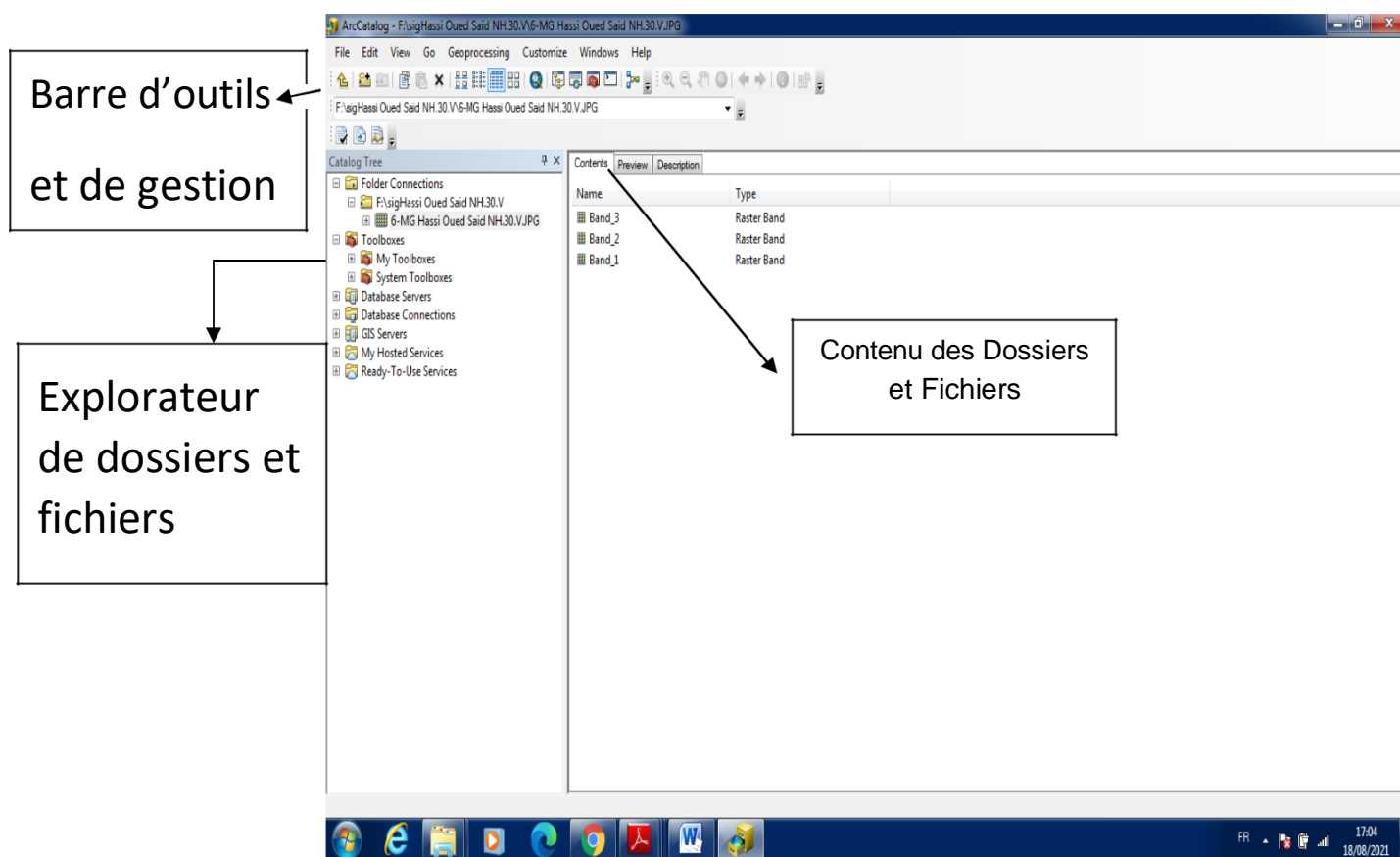


Figure 19 : Présentation de la fenêtre ArcCatalog.

C'est idéalement dans cette interface que l'on exécute les actions suivantes :

- Créer de nouvelles données (couches/shapefiles, géodatabases ...) ou supprimer une couche (soit l'ensemble des fichiers correspondants ou shapefile).
- Attribuer un système de coordonnées lorsqu'il n'est pas reconnu par le logiciel, ou non renseigné.
- Avoir un aperçu géographique ou attributaire d'une couche donnée.

Précisons qu'ArcCatalog est aussi disponible au travers d'ArcMap, ce qui facilite grandement la gestion des fichiers. (Fig.21) :

CHAPITRE III : système d'information géographique

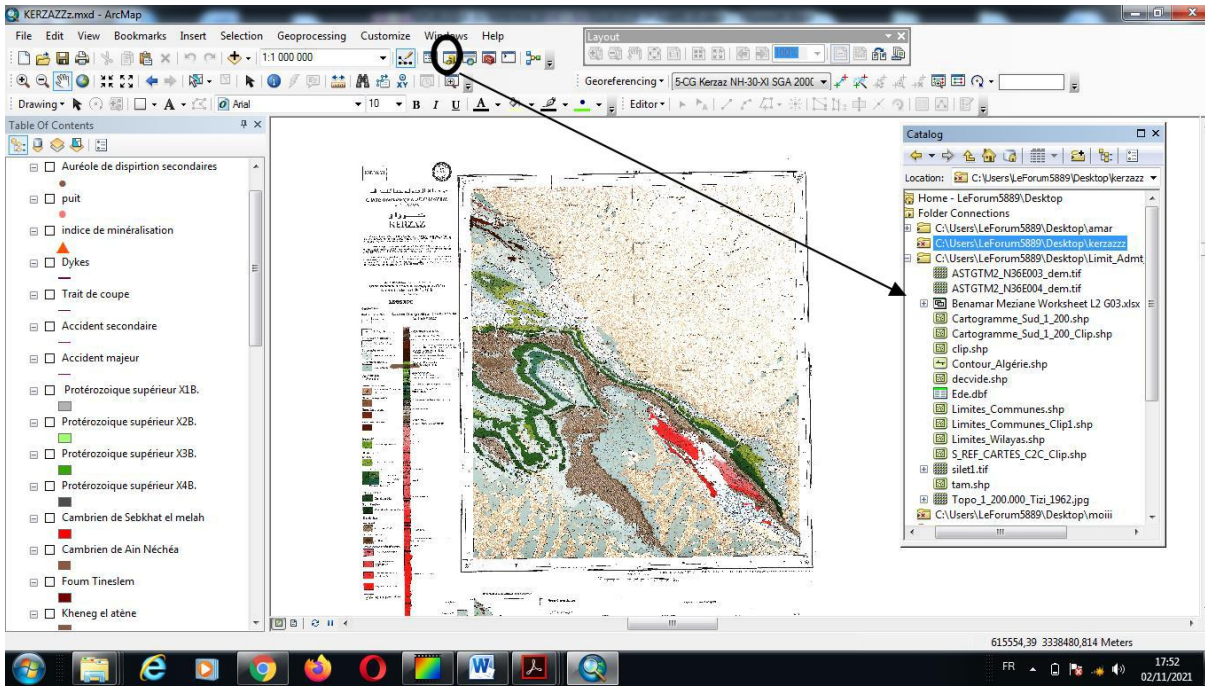


Fig.20 : Fenêtre ArcCatalog à travers ArcMap.

c) ArcToolbox :



ArcToolBox est le module qui nous permet d'accéder à toutes les fonctionnalités de traitement et d'analyse. La boîte à outils fournit un ensemble très riche de fonctions de géotraitement. Il convertit aussi les formats de données pour l'importation ou l'exportation de fichiers, ainsi que les changements de projection. On peut ouvrir la fenêtre ArcToolBox à l'aide du bouton Afficher/Masquer la fenêtre ArcToolBox qui se trouve sur la barre d'outils standard, ou en sélectionnant Géotraitement>ArcToolBox. (Fig.22).

En cliquant sur un outil, une fenêtre correspondant à ce dernier s'ouvre, nous permettant de le paramétrer. Le contenu de la fenêtre ArcToolBox est enregistré avec notre document, ceci est peut-être la caractéristique la plus utile de la fenêtre, elle nous permet de personnaliser le

CHAPITRE III : système d'information géographique

contenu pour inclure seulement les boîtes à outils dont nous avons besoin pour notre projet en cours.

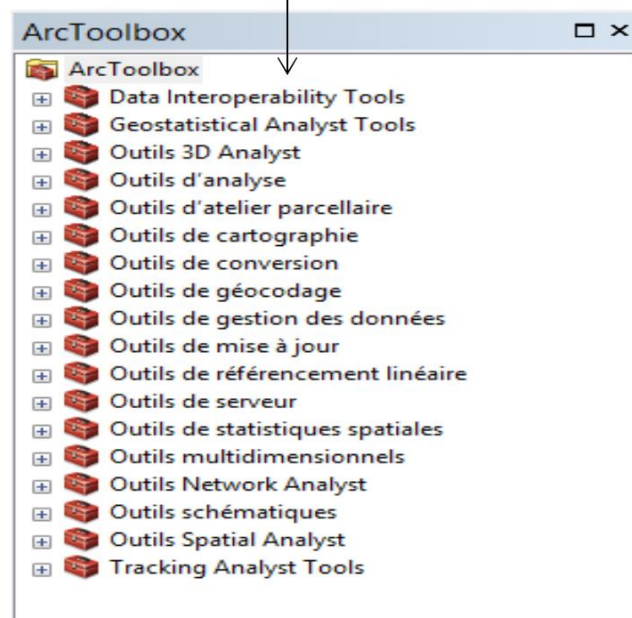
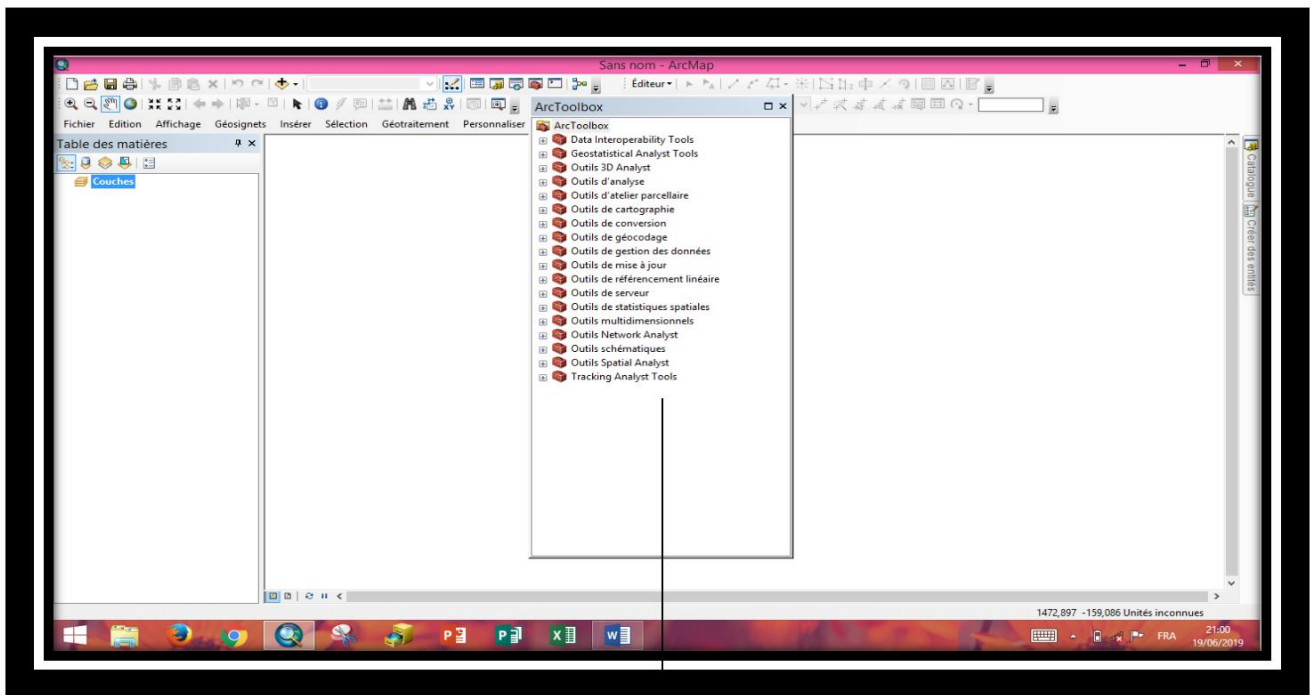


Figure 21 : Fenêtre ArcToolBox

3. Le document MXD :

La mise en forme des fenêtres, la mise en page, le choix des styles pour les objets cartographiques, le positionnement des étiquettes, etc... sont autant d'opérations qu'on aimera

CHAPITRE III : système d'information géographique

sauvegarder pour ne pas avoir à les reproduire à chaque ouverture d'ArcMap. Le document de travail (. MXD) nous permet de sauvegarder une session de travail.

Afin d'enregistrer l'état d'avancement de notre travail, il suffit d'aller dans le menu > Fichier > Enregistrer sous... (Entrer le nom du fichier). (Fig.23) :

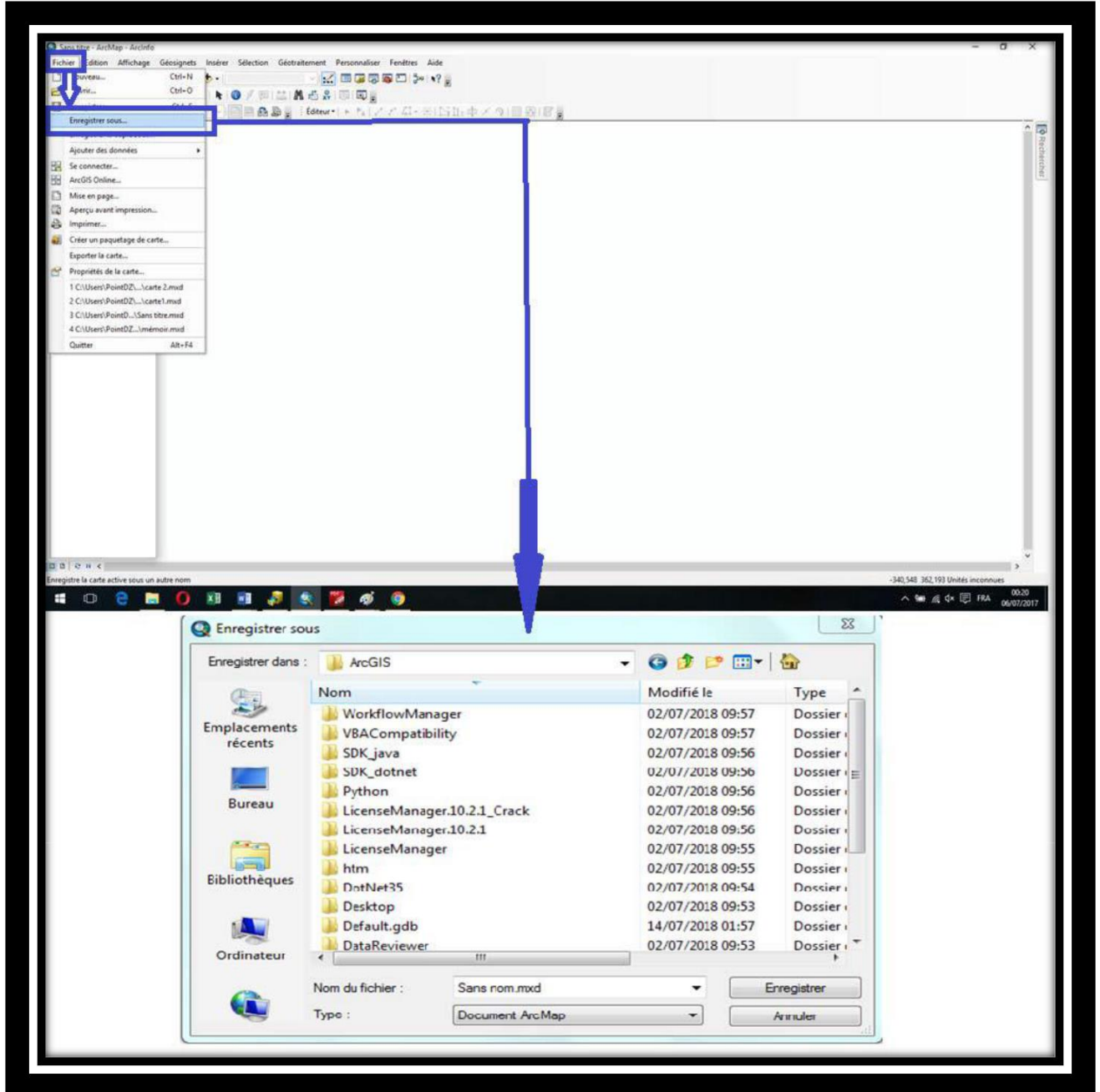


Figure 22 : Fenêtre d'enregistrement du document ArcMap

CHAPITRE III : système d'information géographique

Il est aussi possible d'enregistrer le « chemin relatif » des couches utilisées. (**Fig.24**). Ceci nous permet de déplacer tout notre dossier de travail et de pouvoir rouvrir notre document après le déplacement, sans encombre. Le document et les couches utilisées doivent rester à la même place car le logiciel ne prend pas en compte les modifications. Pour ça il faut aller dans le menu fichier > propriétés de la carte > puis cocher – Enregistrer le chemin relatif aux sources de données > Ok.

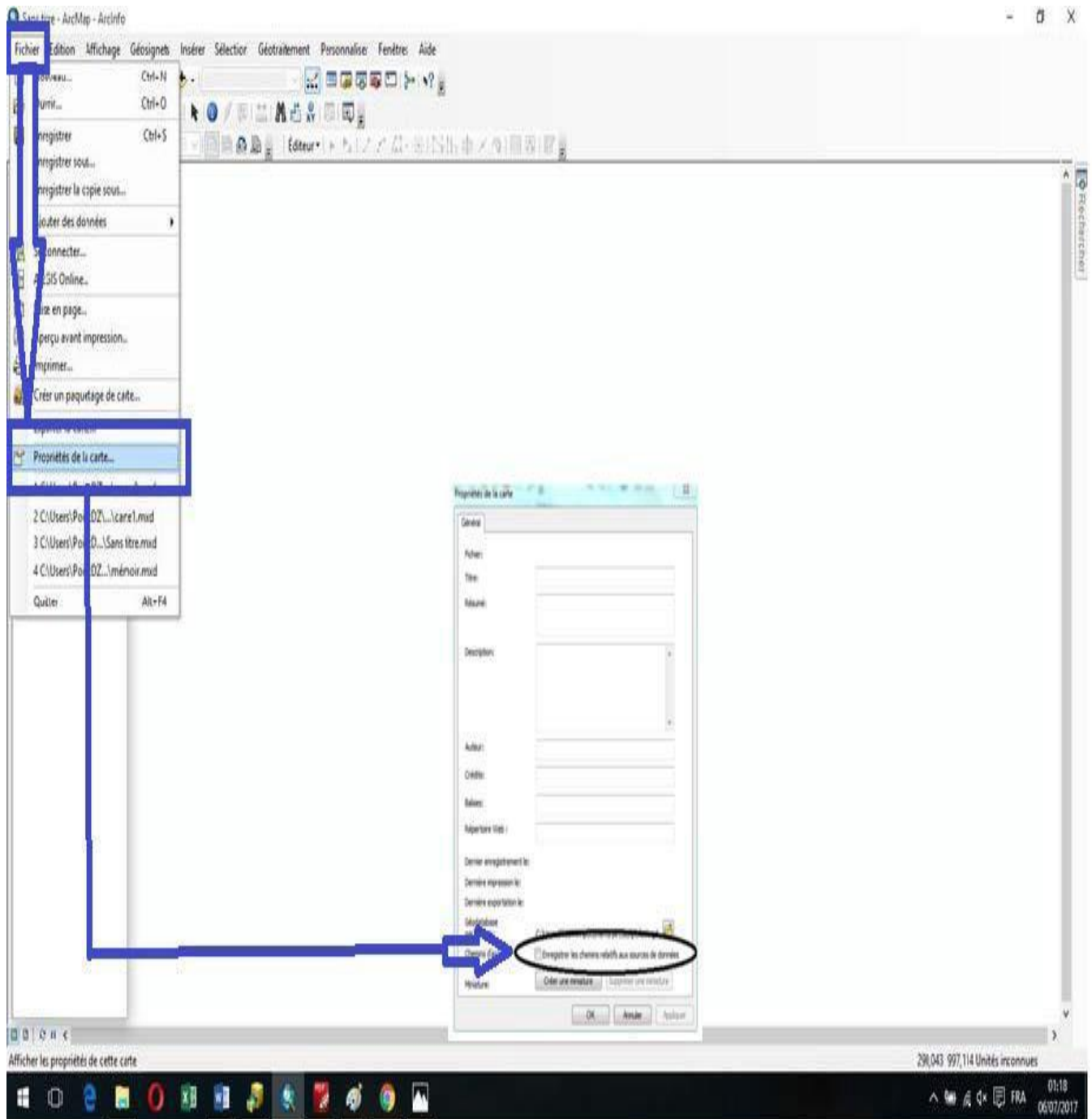


Figure23 : Fenêtre des propriétés de la carte

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

IV-1 Application à la région d'étude :

INTRODUCTION :

La cartographie SIG de la région d'Ougarta, Géologie et Minéralisations associées est faite par le logiciel ArcGis afin d'atteindre l'objectif principal ; qui est le traitement des cartes géologiques faites par l'ORGM.

La région d'étude d'ougarta est subdivisée en trois parties elle se répartit trois cartes géologiques

à l'échelle 1/200 000.

En résumé, la méthode consiste à numériser les cartes, puis vectorisation de chaque carte, préparation d'un fichier Excel pour les minéralisations, intégration du fichier Excel dans le logiciel ArcGIS, sa transformation en une couche d'information vectorielle, et finalement impression des cartes géologiques.

IV-1-1 Étapes suivies pour la réalisation du travail :

Rappels et explications :

• Système de Coordonnées de Référence :

Il y a deux types de « Système de Coordonnées de Référence », Systèmes de coordonnées géographiques et Systèmes de coordonnées projetées.

• Systèmes de coordonnées géographiques :

Un système de coordonnées géographiques (GCS, geographic Coordinat System) utilise une surface sphérique à trois dimensions pour définir des emplacements sur la Terre.

Un GCS est souvent confondu avec un DATUM, lequel n'est en fait qu'une partie d'un GCS, ce dernier comprend une unité angulaire de mesure, un méridien principal et un DATUM (basé sur un ellipsoïde).

Il en existe plusieurs pour des raisons historiques, techniques et d'usage, cependant le système de coordonnées le plus utilisé est le WGS 84.

Les projections cartographiques ne sont en aucun cas une représentation précise de la terre. A chaque projection.

Pour nos cartes nous avons utilisés le système de coordonnées UTM N31 « Transverse Universelle de Mercator » ce système de coordonnées à son origine sur l'équateur a une longitude spécifique. Maintenant, les valeurs Y augmentent vers le sud et les valeurs X augmentent vers l'Ouest.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

;



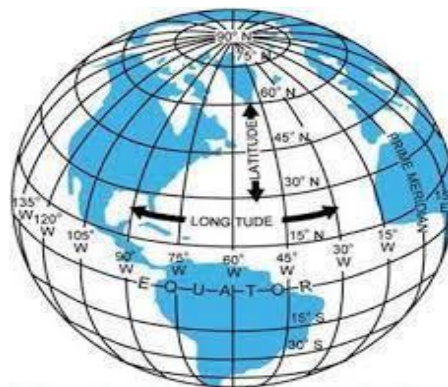
Figure24 : Les parallèles et les méridiens constituant un graticule

On appelle DATUM, le système de coordonnées géographique défini par :

- Une unité angulaire.
- Un méridien de référence.
- Un ellipsoïde.

Une même position aura donc des coordonnées différentes selon son DATUM.

L'illustration suivante projette le monde sous forme d'un globe avec les valeurs de longitude et de latitude.



Figur25 : Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude

• Systèmes de coordonnées projetés :

Une projection est basée sur un système de coordonnées géographiques, elle permet aussi le Calcul des distances et des surfaces.

La projection UTM découpe la terre en 60 fuseaux de 6° de part et d'autre de l'équateur.

Ex : L'Algérie se situe en Nord Sahara 1959 UTM Zone 31(mais aussi 29, 30,31 et 32).

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

IV-1-2 Géoréférencement :

Le géoréférencement est l'opération d'attribution des coordonnées géographiques à un fichier image raster. Sur ArcGIS ceci est aussi appelé « Calage », il faut noter qu'il est indispensable de caler chaque carte raster avant de pouvoir l'utiliser dans une base de données.

Pour que le travail soit correct et précis, il faudrait opter pour un système de projection unique de la mesure du possible, pour éviter les déformations sur les entités ainsi que les erreurs lors des calculs d'analyses spatiales.

Pour mes cartes j'ai utilisé le système de projection « **UTM** » **Nord Sahara fuseau 30**.

Les étapes suivies pour le géoréférencement d'une carte à l'aide d'ArcGIS 10 :

a) Démarrer le logiciel ARCGIS :

Il faut ouvrir ArcCatalog ainsi qu'ArcMap.

Ouvrir tout d'abord une carte SIG vierge. (Projet sig)

b) Se connecter à un dossier :

Sur la fenêtre ArcCatalog s'affiche sur notre écran par clique gauche sur la flèche jaune de la barre d'outils ou Clique gauche sur Fichier àpre Connexion à un dossier : C'est pour se connecter avec le dossier ou la carte géologique en format raster est stockée dans l'ordinateur, il s'ouvre une interface qui montre tous les disques dans l'ordinateur donc c'est à utilisateur de chercher le dossier où il a stocké ses cartes scannées dans ordinateur.

Sur la fenêtre ArcCatalog le dossier choisi apparaît à gauche en première position dans l'arborescence du Catalogue, Clique gauche : on voit à droite la liste des cartes contenues dans ce dossier ainsi que leur extension (ici en format raster ; jeu de données raster).

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

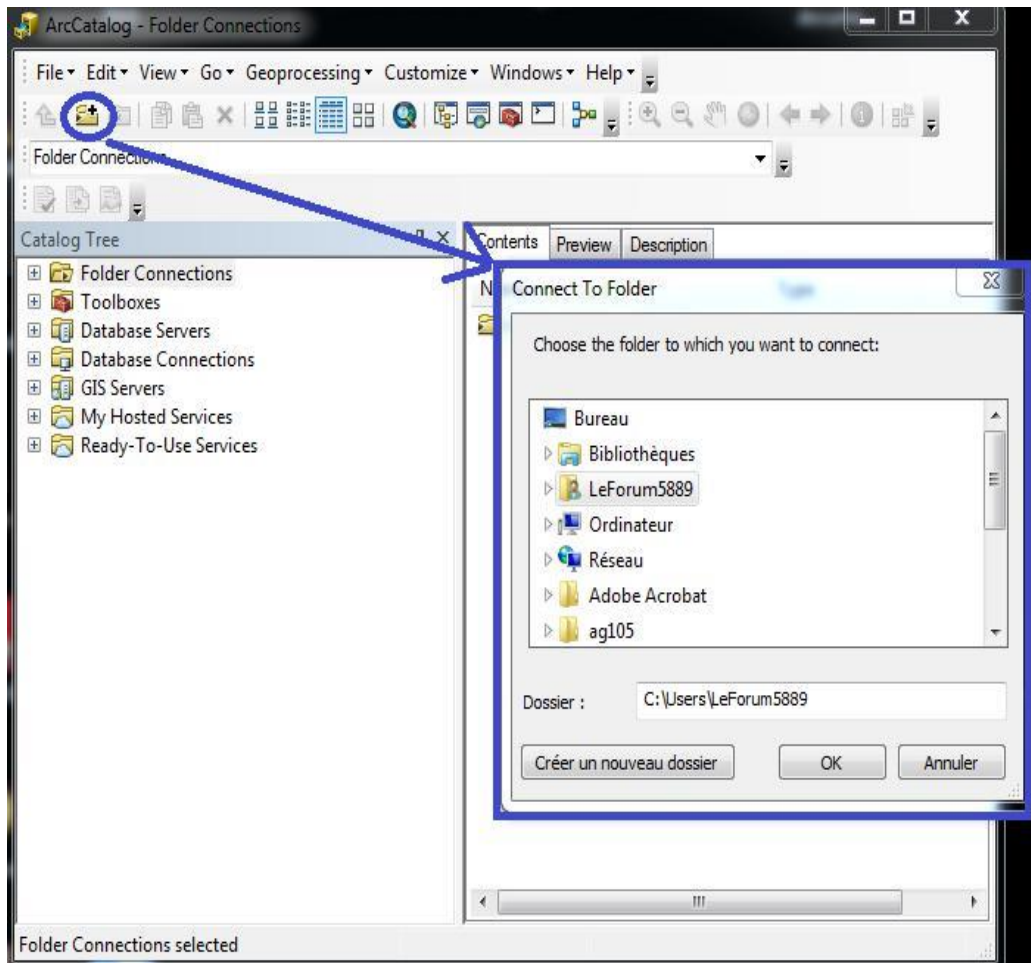


Figure 26 : une présentation d'interface d'ArcCatalog montrant icône connexion à un dossier.

c) Attribution de la référence spatiale :

Après avoir connecté au dossier la carte en format image on procède à l'attribution de la référence spatiale par clique droite de l'image de carte pour obtenir les options puis cliquer propriétés pour obtenir une interface propriétés du jeu de données raster pour la référence spatiale.

Les cartes géologiques de la région d'étude sont classées dans la zone 30 (Nord Sahara 1959UTM Zone 30N) Dans ArcCatalog :

Clique droite sur la carte à Géoréférencier ➡ Propriétés Références spatiales ➡
Modifier ➡ références spatiales ➡ Projected ➡ Coordinate system ➡ UTM
➡ Africa puis on va choisir le système qui convient à la carte ➡ Appliquer ➡ OK.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

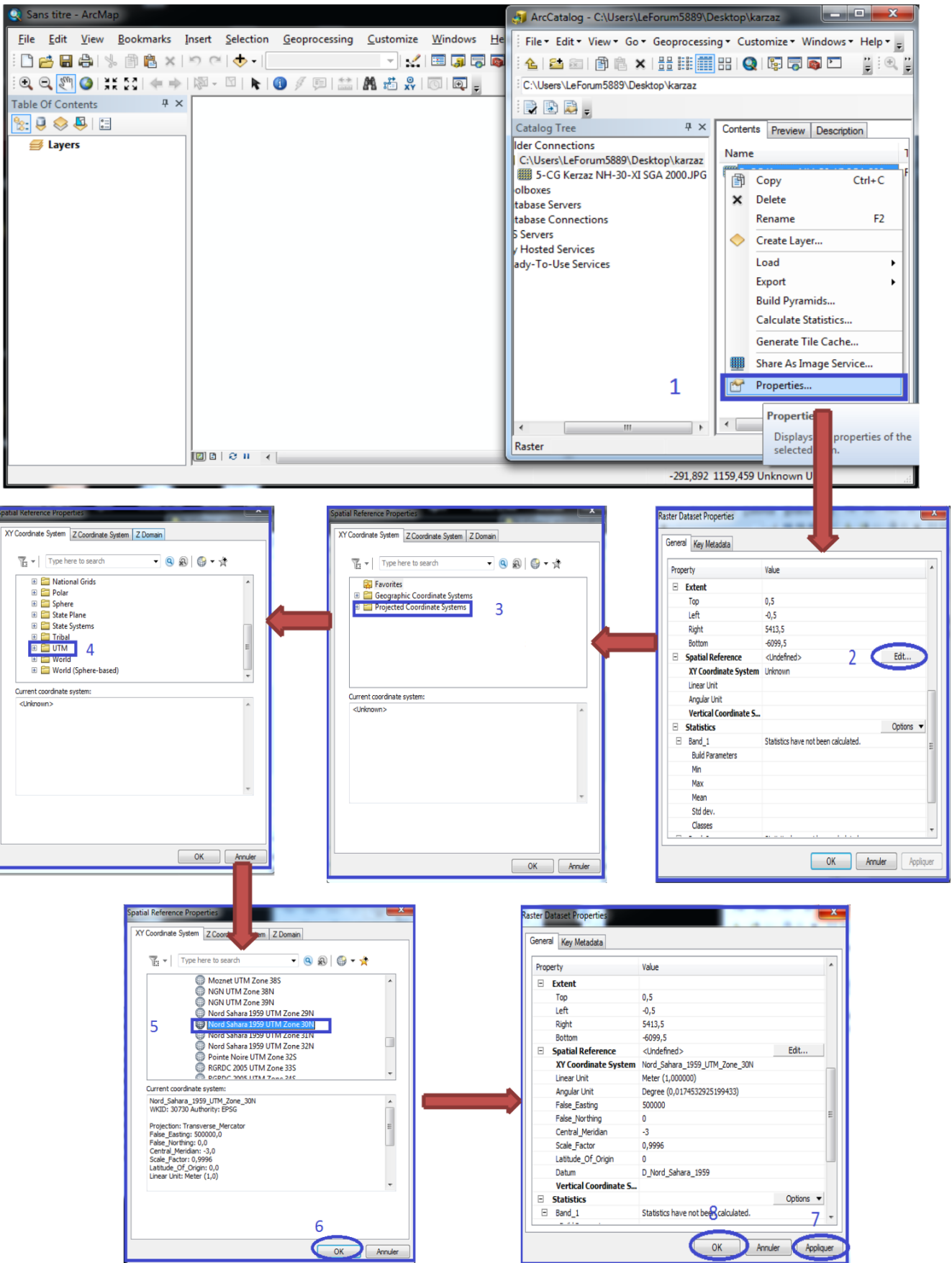


Figure 27 : la propriété de la référence spatiale dans ArcCatalog.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

❖ Choix du même système de coordonnées dans ArcMap

A Gauche apparait le dossier « Couches »

Clique droite sur couche **1** propriété **2** Système de coordonnées **3** Système de Coordonnées projetées **4** UTM **5** Afrique **6** Nord Sahara 1959UTM Zone 30N **7** Appliquer **8** OK.

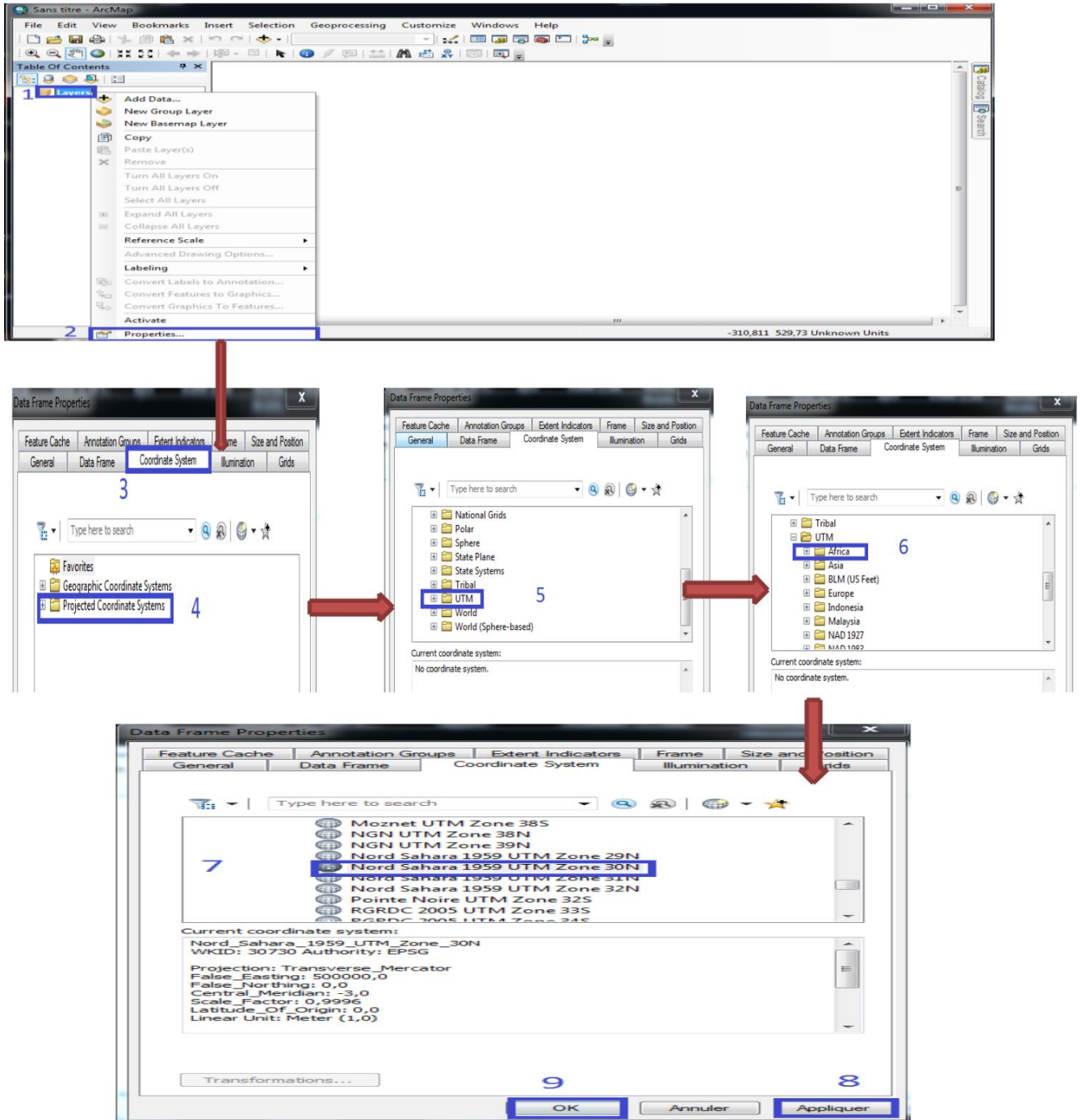


Figure 28 : La propriété de la référence spatiale dans ArcMap.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

Après cette étape d'attribution la référence spatiale, On dépose la carte référenciée d'ArcCatalog vers ArcMap (Copier glisser) (clique G maintenu sur le fichier carte et déplacer la carte dans l'écran d'affichage la page de ArcMap).

Une fenêtre s'ouvre et vous propose la création de pyramides, cliquer sur OK (La création de pyramide permet d'alléger la carte donc de rendre plus rapide les manipulations.)

Après un certain temps la carte que vous voulez Géoréférencier s'affiche dans ArcMap. Dans la partie droite sous forme de carte et dans la partie gauche dans l'arborescence des couches.

d) Géoréférencement de la carte :

C'est une manipulation qui consiste à caler la carte en ArcMap, en cliquant l'outil « Géoréférencement » localisé à la barre d'outils puis décocher "Ajustement automatique".

On ajoute 4 (quatre) points de contrôle en utilisant l'outil « Ajouter des points de contrôle », ce sont des coordonnées géographiques en Degrée Minutes Secondes (DMS), Longitude et Latitudes à chaque point (**Fig. 30**). Ces points sont ajoutés par l'ordre, dans le sens des aiguilles d'une montre Après avoir planté les quatre points on va, cliquer sur « Ajustement automatique » puis OK. La carte disparaît, pour la réafficher cliquez sur l'outil (Vue générale). Les quatre points doivent apparaître sous forme de croix rouges.

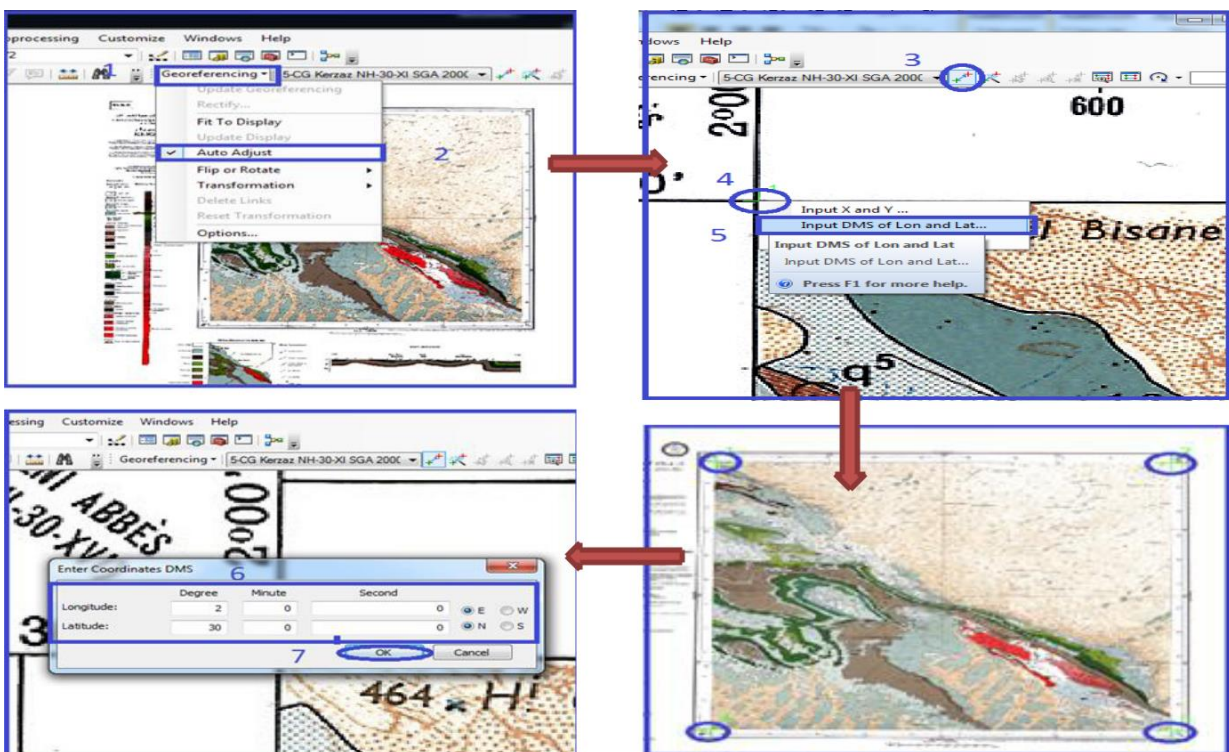


Figure29 : Calage de la carte géologique.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

❖ Rectifier la carte :

Clic gauche sur Géoréférencement —> Rectifier —> une boîte s'ouvre (Enregistrer sous) : nom, format puis enregistrer notre carte géoréférencée, Ajouter, fermer enregistrer. L'enregistrement va mettre un bon bout de temps. (Fig.31).

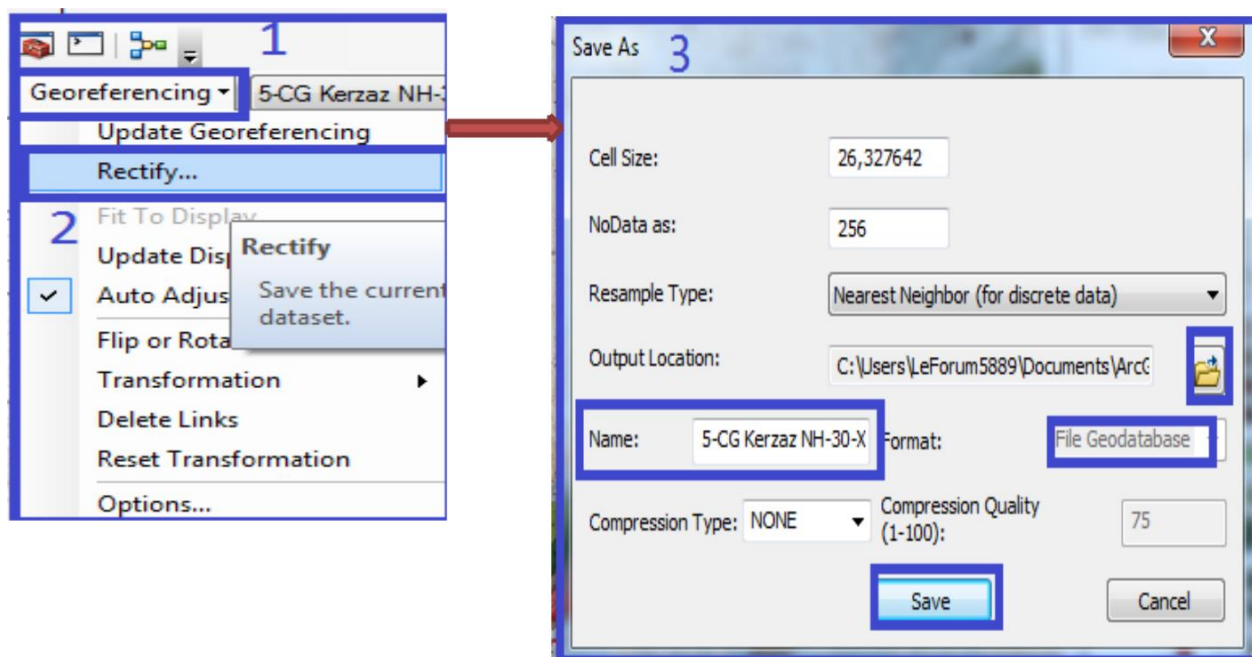


Figure 30 : La rectification d'une carte géologique.

Après le Géoréférencement on peut procéder à une étape « Découpage de la carte », c'est une opération qui consiste à enlever l'habillage et ne garder que le fond de la carte.

IV-1-3 La vectorisation des différentes formations géologiques :

La vectorisation consiste à la reproduction du contenu d'une carte géologique à partir d'éléments géométriques simples sous forme de polygone, point ou ligne, à l'aide d'ArcGIS.

Les éléments géométriques utilisés différents selon les types d'objet à vectorisés :

- Une faille par un trait (ligne)
- Un affleurement par un polygone
- Une minéralisation par un point.

Le résultat sera une image en mode « vecteur ».

❖ Les étapes de la vectorisation d'une carte à l'aide d'ArcGIS :

🗺️ Création d'une couche « fichier de formes » via ArcCatalog :

- Tout d'abord on va ouvrir ArcMap et on fait un clic droit sur la couche puis on choisit le système de coordonnées adéquat.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

- Ouvrir ArcCatalog et on cherche la carte raster qu'on veut vectorisée.
- On copie et on glisse cette carte raster vers ArcMap, un clic droit sur blanc de ArcCatalog on va créer un nouveau fichier de forme.

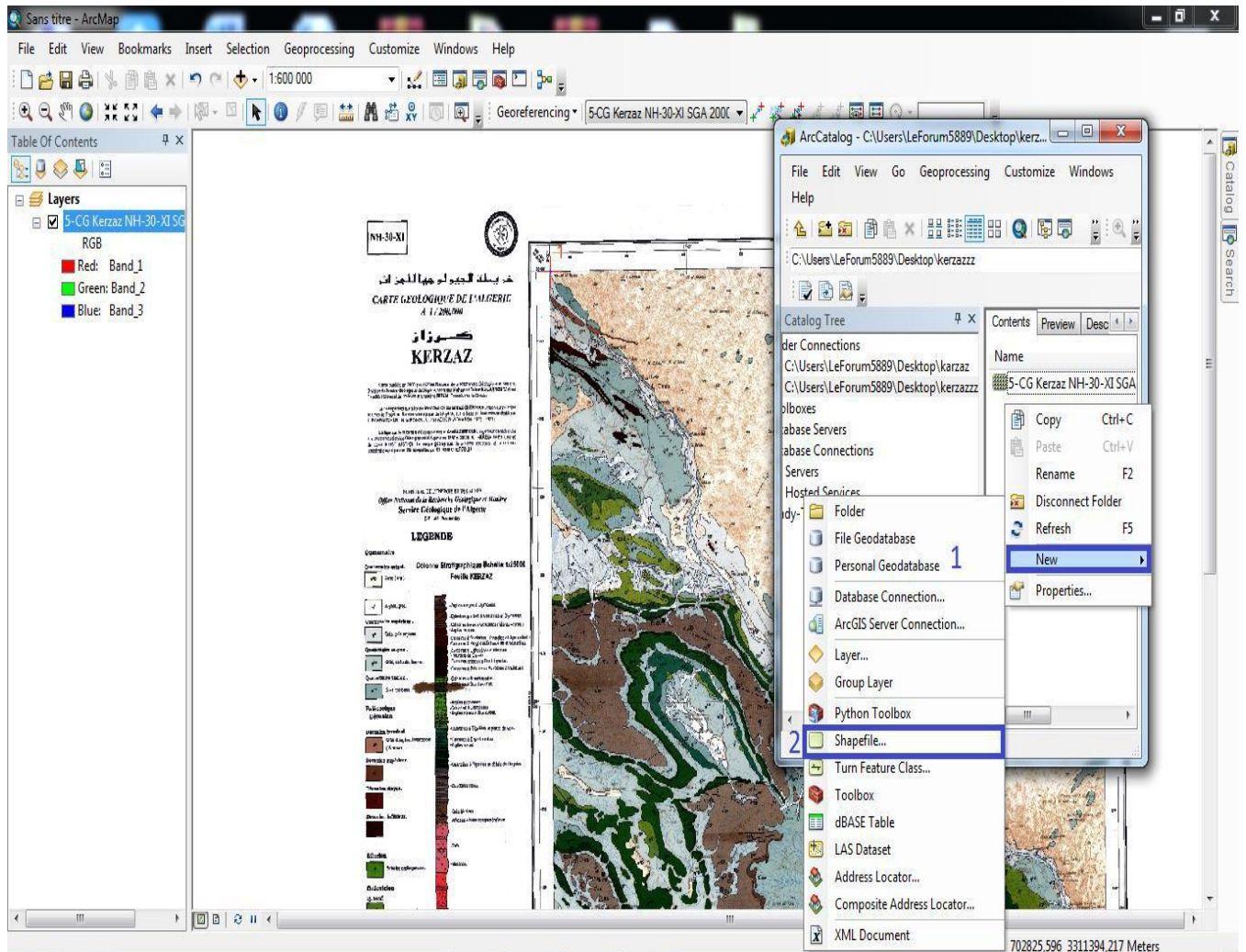


Figure 31 : Ouvrir un nouveau fichier de forme.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

- On donne un nom à ce fichier de forme.
- On spécifie le type de couche (Polygone, Polyligne ou bien Point).
- On va attribuer le même système de coordonnées que nous avons donné à la couche dans ArcMap.
- On va copier et glisser le fichier de forme

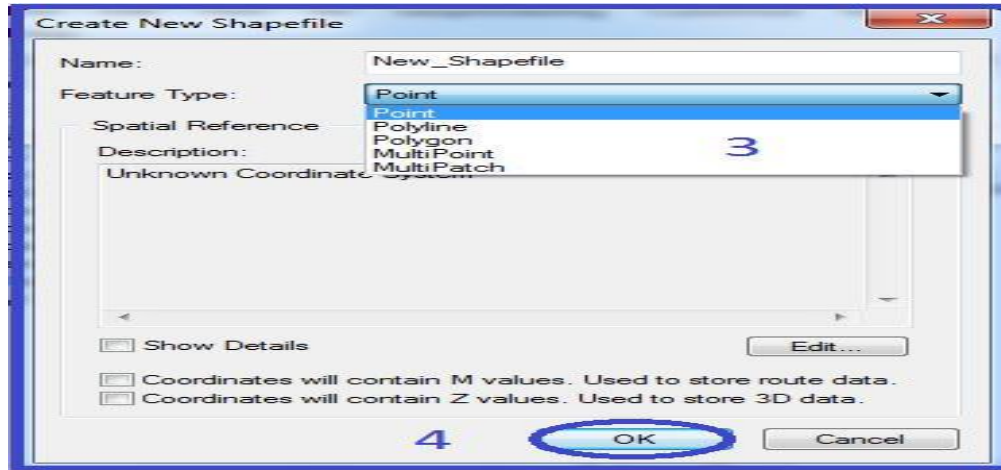


Figure 32 : Fenêtre de fichier de forme

La vectorisation :

D'abord on commence la vectorisation après avoir activé la barre d'outils *éditeur*. Suivie par un clic droit sur le blanc de la barre d'outils ArcMap et on va cocher Éditeur, l'outil apparait et on va le mettre dans la barre d'outils ArcMap.

Aller à "Éditeur" et ouvrir une session de mise à jour et on prend l'outil segment et vectorisé l'entité polygonal voulue. Après on dessine (on zoome sur la carte Géologique pour que le dessin soit précis : on peut dessiner tout en utilisant les outils pour que on déplace sur la carte).

Et Pour terminer le dessin d'un polygone, on clique sur l'outil « Terminer la construction » ou on fait un clic droit et de choisir la commande « Finish Sketch » bien on fait un double-clic.

Après avoir terminé la vectorisation (Digitalisation) on va enregistrer le travail, on va aller à "Éditeur" puis enregistrer les mises à jour.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

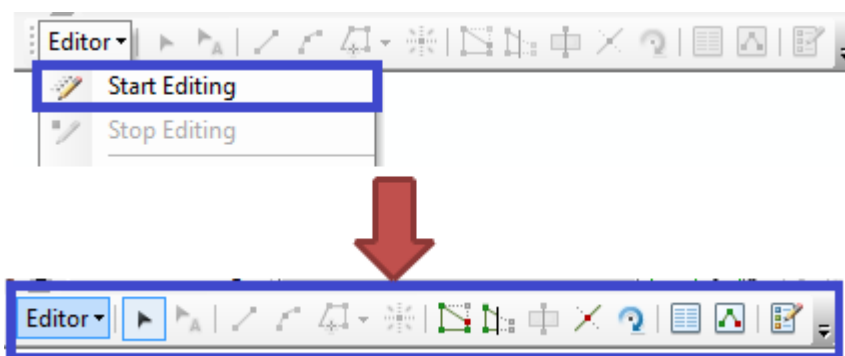


Figure 33: Outil Editeur.

IV-2 La vectorisation des formations géologique :

IV-2-1 Vectorisation de l'information surfacique (Polygone) :

Litho-stratigraphie :

Pour effectuer ce travail, il faut passer d'une couche à une autre jusqu'à la fin, Toutes les couches sont vectorisées en faisant attention de ne pas oublier de mettre la référence spatiale de chaque couche vectorisée, correspondant à la référence spatiale de la région de la carte.

On va prendre un exemple de la vectorisation de l'information lithologique (le dépôt Quaternaire et la formation Kheneg el atène de la feuille de KERZAZ).

En procédant de la même manière pour toutes les entités lithologiques qui constituent la région d'étude, nous avons obtenu les 23 formations lithologiques, qu'ont été transformés en couches d'informations vectorielle dans la feuille de KERZAZ.

Et tout ce travail se fera pour les trois autres cartes qu'on a :

- Hassi Ouled Said.
- Kerzaz.
- Oblat Mouhamed.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

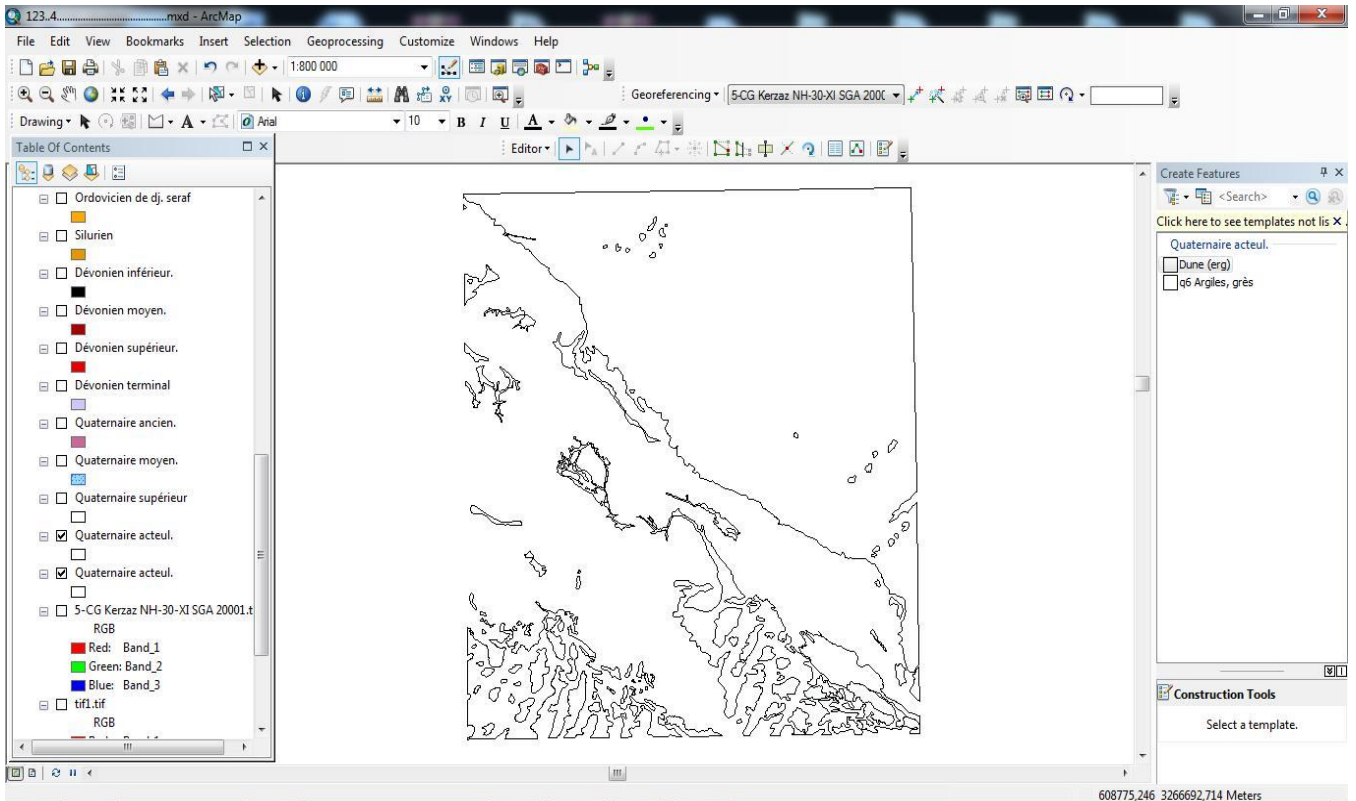


Figure 34 : Présentation de dépôt de Quaternaire vectorisés de la feuille KERZAZ.

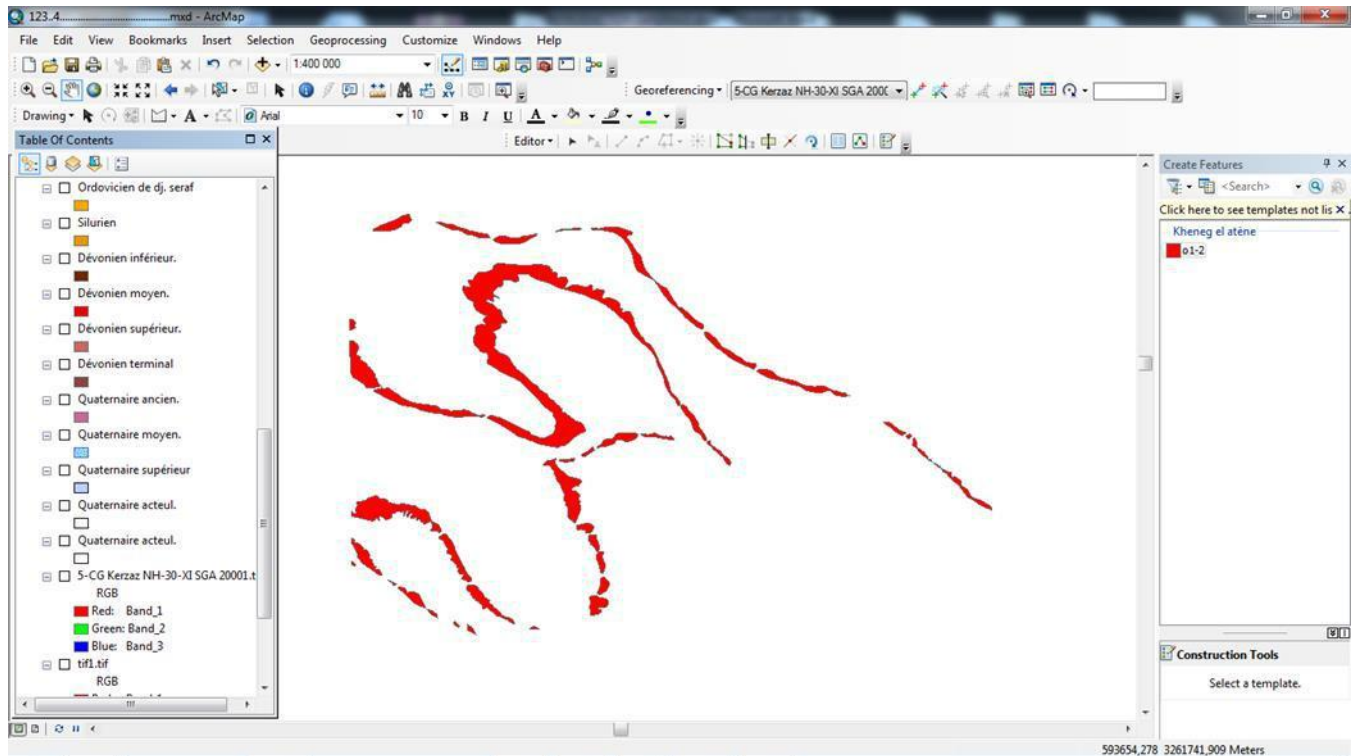


Figure 35 : Présentation de la formation Kheneg el atène de la feuille KERZAZ.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

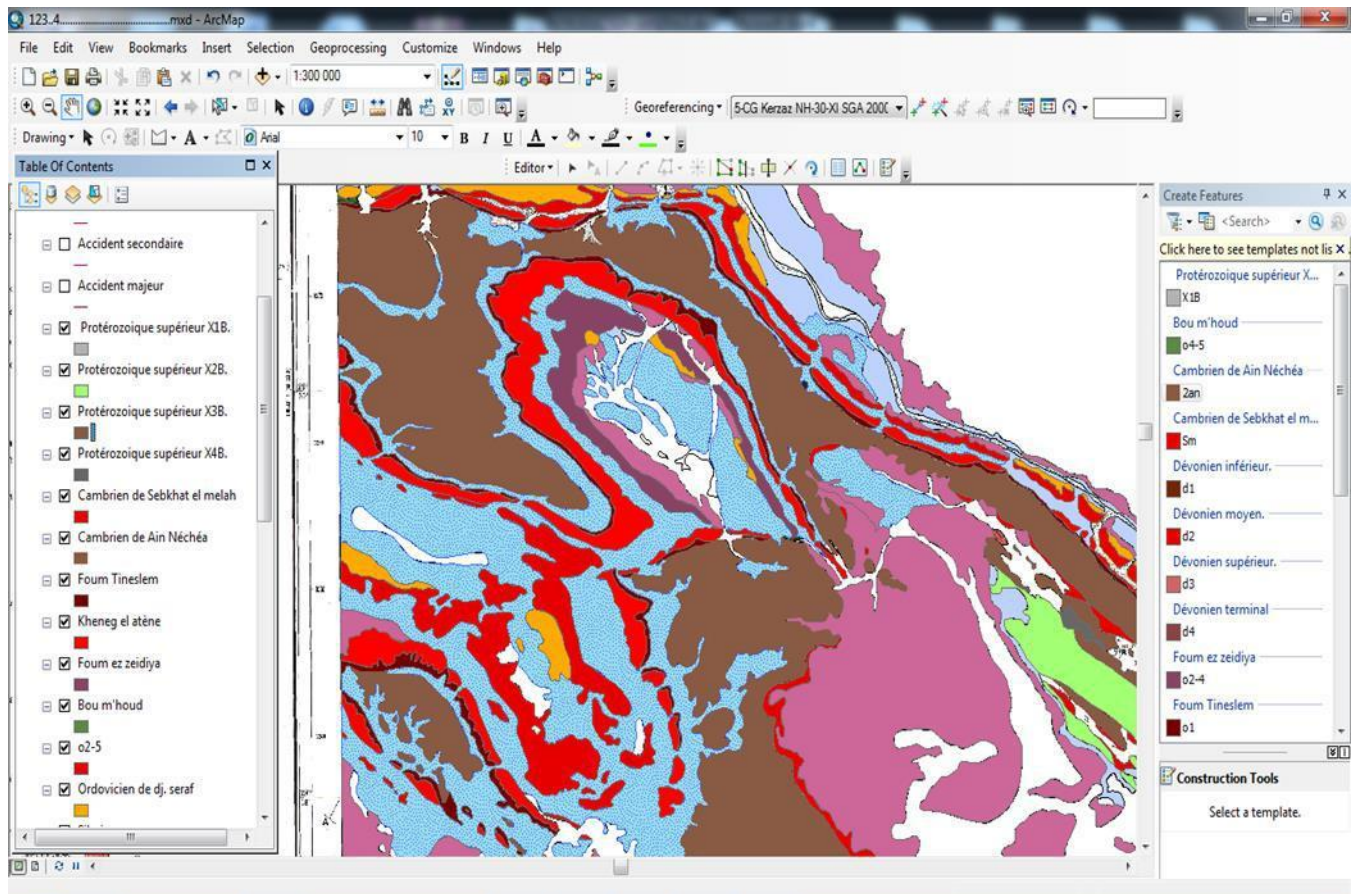


Figure 36 : Présentation de l'information lithologique vectorisée de la feuille KERZAZ.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

Magmatisme :

Pour procéder à la vectorisation de l'information sur le magmatisme, nous avons procédé de la même manière pour l'information sur la lithologie puisqu'il s'agit aussi de formations polygonales.

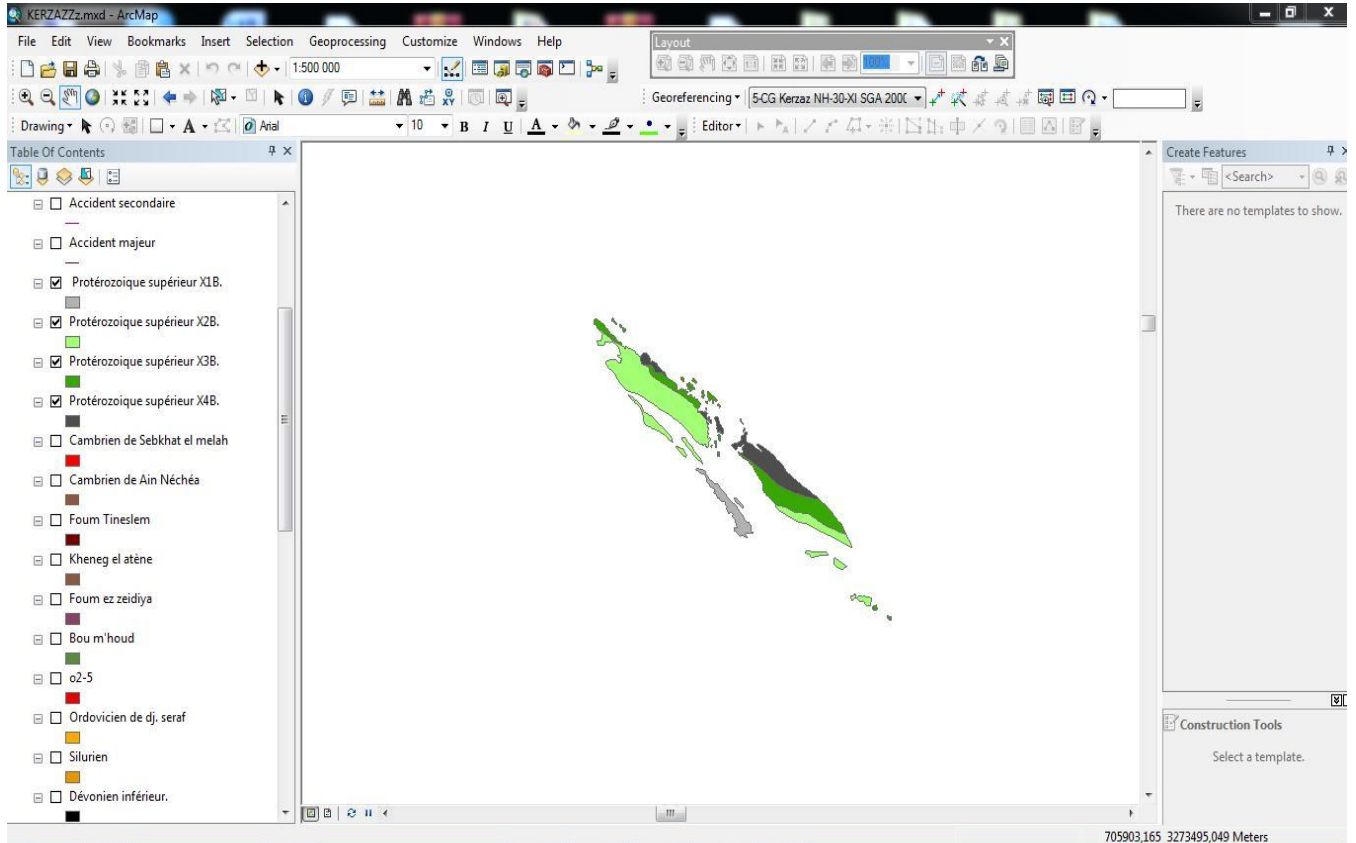


Figure 37 : Vectorisation des formations magmatisme de la feuille KERZAZ.

IV-2-2 Vectorisation l'information linéaire (Polyligne) :

Les entités polygones permettent de représenter des objets linéaires et curvilignes dotés d'une longueur, mais sans surface. Dans ce travail nous l'avons appliqué pour vectorisés les accidents tectoniques.

Tectonique :

Dans notre région d'études l'information sur la tectonique est représentée par l'ensemble des failles et des chevauchements et filons et zones schistosités et catalases.

Nous avons commencé tout d'abord à extraire l'information caractérisant les failles tectoniques qui sont regroupées en trois catégories :

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

- Failles principales : certaines, supposées et dissimulées sous les dépôts meubles.
- Failles secondaires : certaines, supposées et dissimulées sous les dépôts meubles.
- Failles masquées : certaines, supposées et dissimulées sous des formations plus récentes. Le résultat est montré sur (Fig. 39).

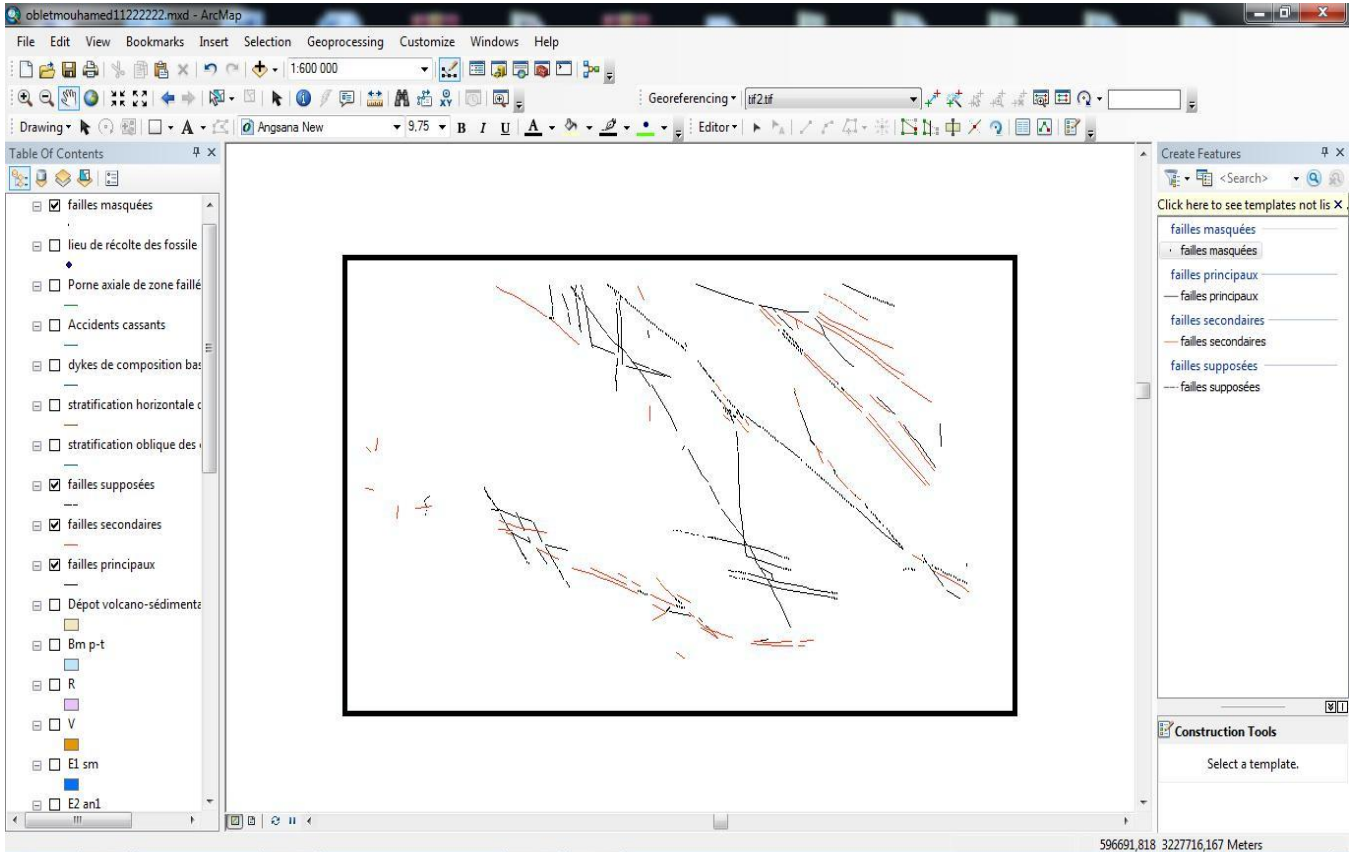


Figure 38 : Présentation des différentes failles vectorisées de la feuille OGLAT MOHAMED.

En procédant de la même manière pour tous les accidents tectoniques créés, nous avons pu vectorisé tous les couches d'informations structurales transformées en couches d'informations vectorielles comme les entités linéaires (Fig.40) :

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

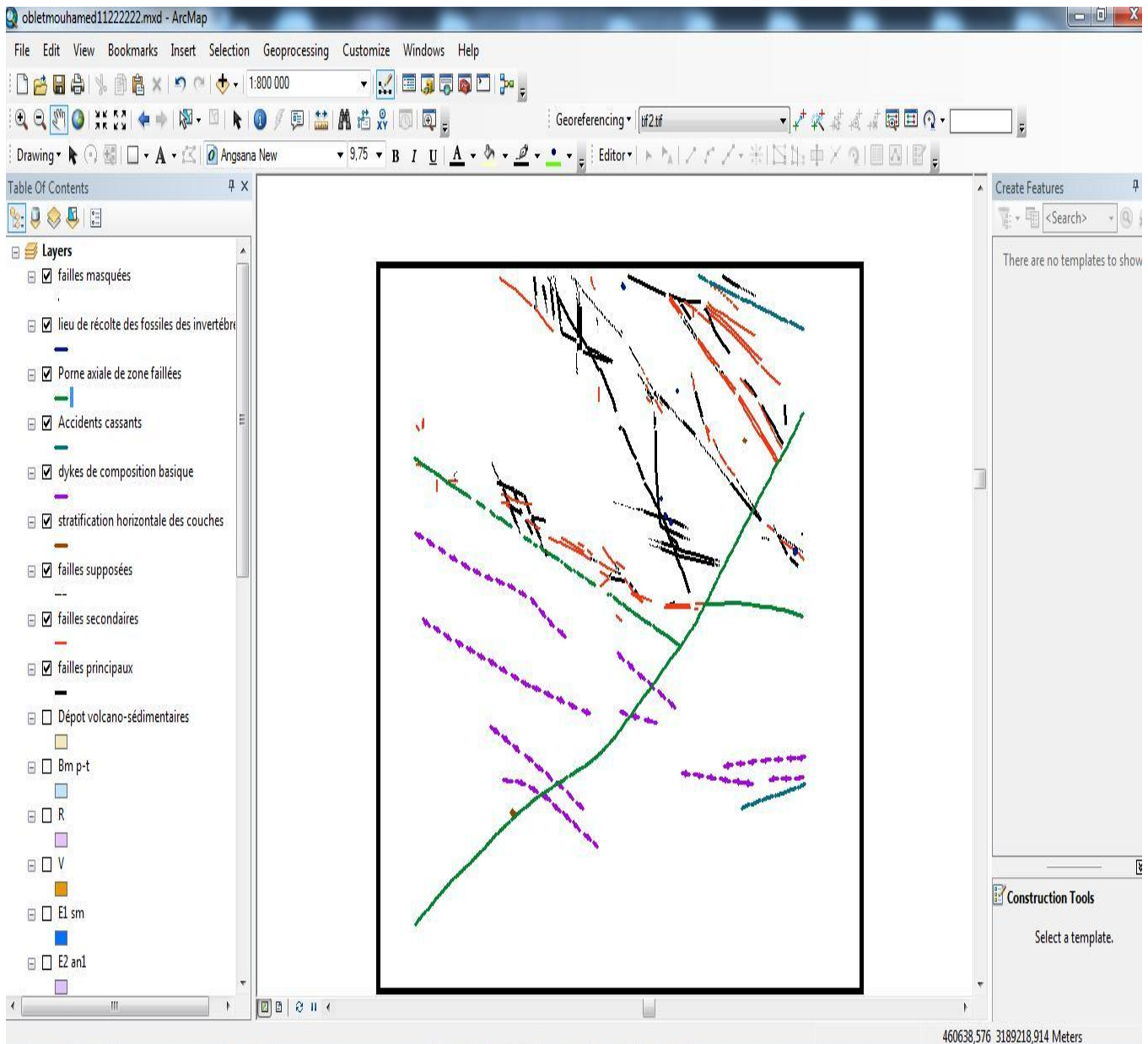


Figure39 : Présentation de l'information linéaire vectorisée de la feuille OGLAT MOHAMED.

IV.2.3 Vectorisation l'information Ponctuelle (Point) :

Pour la vectorisation ponctuelle, nous l'avons divisé en deux parties :

- La 1ere partie de la vectorisation des points suit les mêmes étapes que la vectorisation linéaires (les mêmes étapes pour la création d'un fichier de forme sauf qu'il faudra changer le type d'entités en point). (Fig.41) :

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

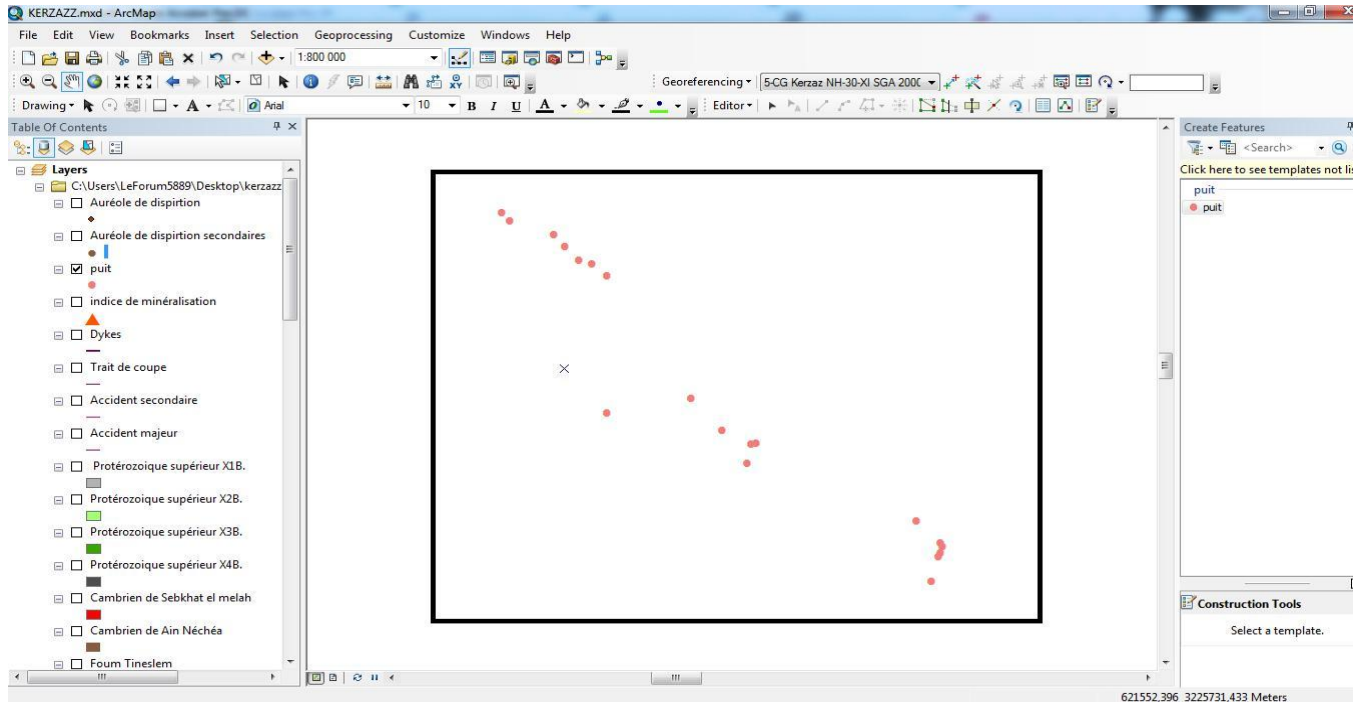


Figure 40 : Vectorisation des formations ponctuelles (puits) de la feuille de KERZAZ.

- La 2eme partie de la vectorisation des indices : dans cette partie il fallait d'abord préparer un fichier Excel dans lequel sont mentionnées les coordonnées géographiques des indices de la région d'étude.

La préparation consiste d'abord à collecter tous les documents qui sont des annexes des cartes inventaires des indices des point de minéralisation du l'ougarta Ces documents annexes aux différents rapportes des recherches systématiques et levé géologique réalisées dans la région d'étude se présentent sous formes de tableaux spécifique (**Fig.42**) qui sont en suit transformer en fichier Excel (**Fig.43**) ce qui représente un travail colossal de synthèse gitologique.

Dans ces documents nous nous sommes intéressés à plusieurs types d'informations qui sont : Type de gite, Coordonnées géographiques, Éléments principaux, Éléments secondaires, nature de gite, Encaissant, Dimension, Direction, Teneur, année et N° de rapport chaque information correspond à une colonne dans le fichier Excel.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

TABLEAU N°2.

N° d'ordre	N° de l'indice de minéral	Coordonnées de l'indice de minéral	Minéraux Utiles	Caractéristique Géologique brève de l'indice de minéral	recommandations
1	1	1°56'00" 29°32'30"	Zinc plomb	sur le flanc synclinal Sud-Ouest du Djebel El Kahla, dans les quartzites de l'ordovicien supérieur s'observe une zone de broyage et de ferruginisation intense, d'une puissance de 3m, qui est suivie sur 50m. L'azimut de direction est de 100°-90° à pendage vertical. L'analyse spectrale de l'échantillon géochimique révèle une teneur en plomb égale à 0,3 % et celle en zinc 0,08%.	sans valeur pratique
2	2	1°49'00" 29°32'20"	Baryte	Sur le flanc anticlinal Nord-Est de Djebel El Kahla dans les quartzites de l'ordovicien supérieur s'observe un filon quartzo-barytique à grand nombre de plus petits filonnets ramifiés dont la direction de prolongement est d'entre 140°-150° la baryte se présente sous forme d'agrégat rayonné dans la zone accidentée ; la puissance du filon est de 70cm, la longueur dépasse 210m, la teneur en baryte, d'après l'analyse chimique, est égale à 66,8%.	
3	3		Zinc	sur l'extrémité Sud-Est de l'anticlinal de Djebel El Kahla, dans les quartzites de l'ordovicien supérieur, se fait observée une zone de broyage et de quartzification à faible ferrugination dont la puissance est près de 5 - 6m elle est suivie sur 30m. La direction d'inclinaison est de 210° / 65°-70° l'analyse spectrale a donné le résultat suivant : zinc-0,3% arsenic - 0,8% plomb- 0,1% les résultats de l'analyse chimique ont démontré la teneur en plomb égale à 0,1 %, en zinc - 0,07 %. L'arsenic n'est pas constaté.	
4	4	1°52'00" 29°41'20"	plomb	sur le flanc anticlinal Sud - Ouest du Djebel El Kahla, dans les quartzites grès de l'ordovicien supérieur, on observe une série des zones subparallèles de fissurité, de broyage et de bréchification remplies de filons barytiques et quartzo-barytiques. Une minéralisation visible de plomb et de cuivre y est représentée sous forme de petites accumulations en poche de galène et de chalcosine dans la baryte. La puissance des zones atteint 1,0m, celle des filons de baryte varie entre 0,2m à 1,0-0,5m. les zones se suivent sur 800m au plus. La direction de prolongement est de 290°-300° à pendage N.E / 70°-80°. L'analyse spectrale de 17 échantillons géochimiques a révélé les teneurs suivantes des minéraux utiles : cuivre 0,001%, 1,0%, plomb - 0,006%, 1,0%; zinc-0,01%, 1,0%, Argent-1,0 gr/t- 30 gr/t. L'analyse chimique a révélé une teneur en	

Fig. 41 : Exemple de catalogues des minéralisations

NOMBR	TYPE	D	M	S	latitude D	M	S	longitude	Elements principaux	ELEMENTS SECONI	GITE	DIMONS	TENER	ENCISSEN	SOURSE	DERACTION
1	indice	1	56	0	1,933	29	32	30	29,542	inc-plomb		3M	0,3%PB/(QUARTZITE	SW	
2	indice	1	49	0	1,817	29	32	20	29,539	baryte		FILON QT 210M	66,80%	QUARTZITE	NE	
4	indice	1	52	0	1,867	29	41	20	29,689	plomb	ZN -AG-CU	FILON QT 1m	0,44%	QTZ grés	NE	
6	indice	1	50	40	1,844	29	38	50	29,647	plomb	CU-AG-	FILON QT 0,5-1,2M	0,25-3,2%	QTZ grés	N MELAH	
7	indice	1	51	20	1,856	29	38	0	29,633	cuivre		zone bré 2-5m	0,60%	QTZ grés	NW	
8	indice	1	56	0	1,933	29	37	10	29,619	inc-plomb	CO	zone bré 800-850	0,3PB/(grés qtz	N MELAH	
9	indice	1	58	20	1,972	29	57	10	29,953	plomb-zinc	CO	zone bré 800-850	0,40PB%	grés qtz	N MELAH	
10	indice	1	58	30	1,975	29	36	30	29,608	cuivre	CO	QUARTIZ 50-60M	0,20%	Grés BRUN	N MELAH	
11	indice	1	52	30	1,875	29	36	10	29,603	ivre-cobalt	ZN -NI	BR2CHIFI 1,5-5M	1%CU/0,	QTZ	N MELAH	
12	indice	1	50	50	1,847	29	36	10	29,603	ivre-cobalt	ZN -NI	BR2CHIFI 1,5-5M	0,01CU/(QTZ	N MELAH	
13	indice	1	47	40	1,794	29	35	40	29,594	olimétaux	CU-AG-PB-AR-AN	QUARTIZ 1,5M	0,8-1%	QTZ	NW	
14	indice	1	44	40	1,744	29	35	0	29,583	cuivre		QUARTIZ 1-1,5M	0,12-1,0%	QTZ	NW	
15	indice	1	46	0	1,767	29	34	40	29,578	cuivre		Bréchifi 0,5M	0,01%	QTZ	NW	
16	indice	1	57	40	1,961	29	33	40	29,561	plomb	CU	QUARTIZ 3-5M	0,40%	QTZ	SW	
17	indice	1	41	10	1,686	29	32	20	29,539	olimétaux	CU-ZN-PB	QUARTIZ 8M	0,03%PB	QTZ	NW	

Figure 42 : Exemple d'un fichier Excel des Indices de la région de KERZAZ.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

- Après la préparation des fichiers Excel, il est intégré dans ArcMap, suivant les méthodes propres et finales, les points de localisation géographiques de chaque élément principal affichés en ArcMap.

- Ce dernier doit être exporté sur ArcGIS sous format shapefile, ce qui sera interprété par le logiciel SIG comme des entités vectorielles (points) représentant les indices de la carte au format vecteur réalisée sur une base raster publiée. Dans le but de convertir le fichier Excel en fichier shapefile, il faut suivre les étapes ci-dessous :

Fichier **➡** Ajouter des données **➡** Ajouter des données XY... **➡**

Choisir la table **➡** modifier la référence spatiale en choisissant « système de coordonnées projeté ». **➡** Ok.

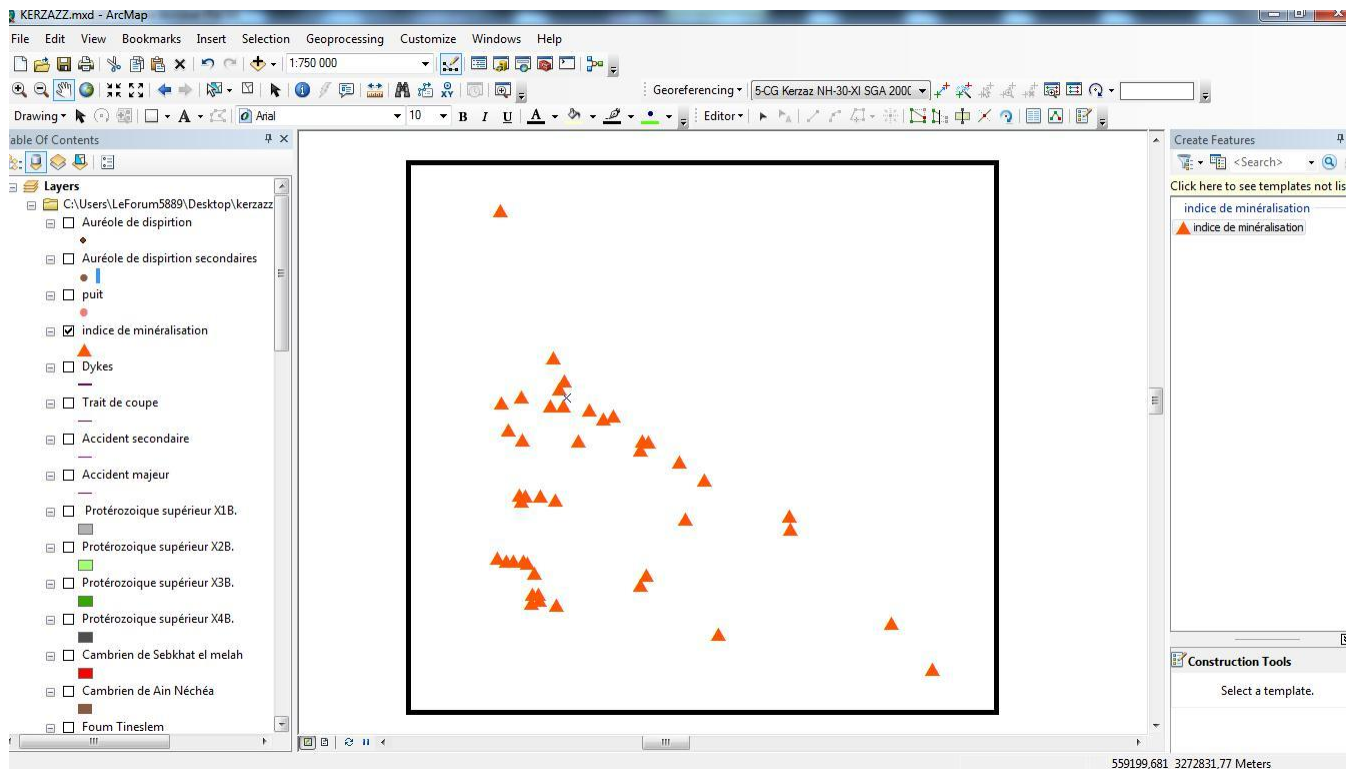


Figure 43 : Vectorisation des Indices de la région KERZAZ.



La minéralisation a été subdivisée en deux groupes principaux :

➤ Selon le type du gîte on peut citer :

✓ Auréole de dispersion.

✓ Auréole de dispersion secondaire.

✓ Indice (IND) Figure 44.

➤ Selon les éléments principaux on peut citer :

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.



Métaux Zn, Baryte, Cu, Pb, Co, Polimétaux.

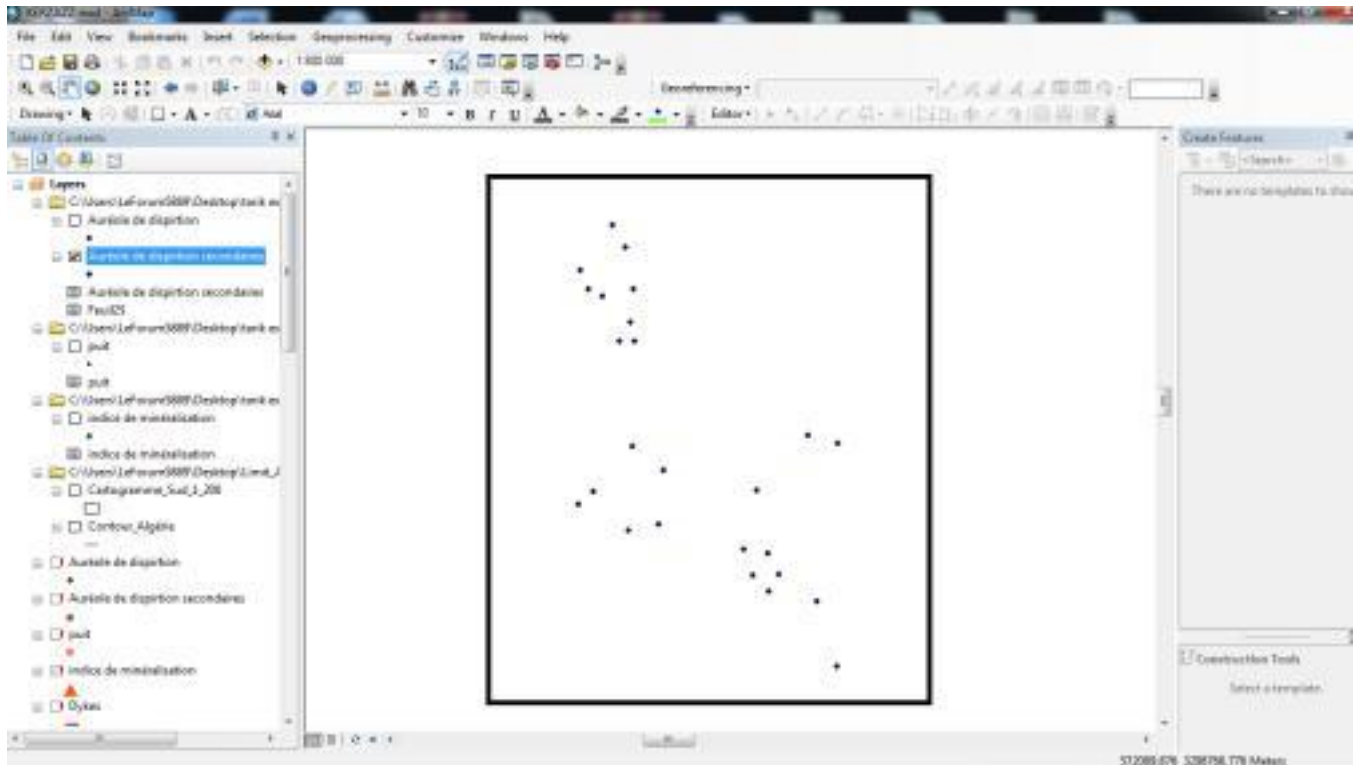


Figure 44 : Vectorisation de la couche « Auréole de dispersion secondaire » de la feuille KERZAZ.

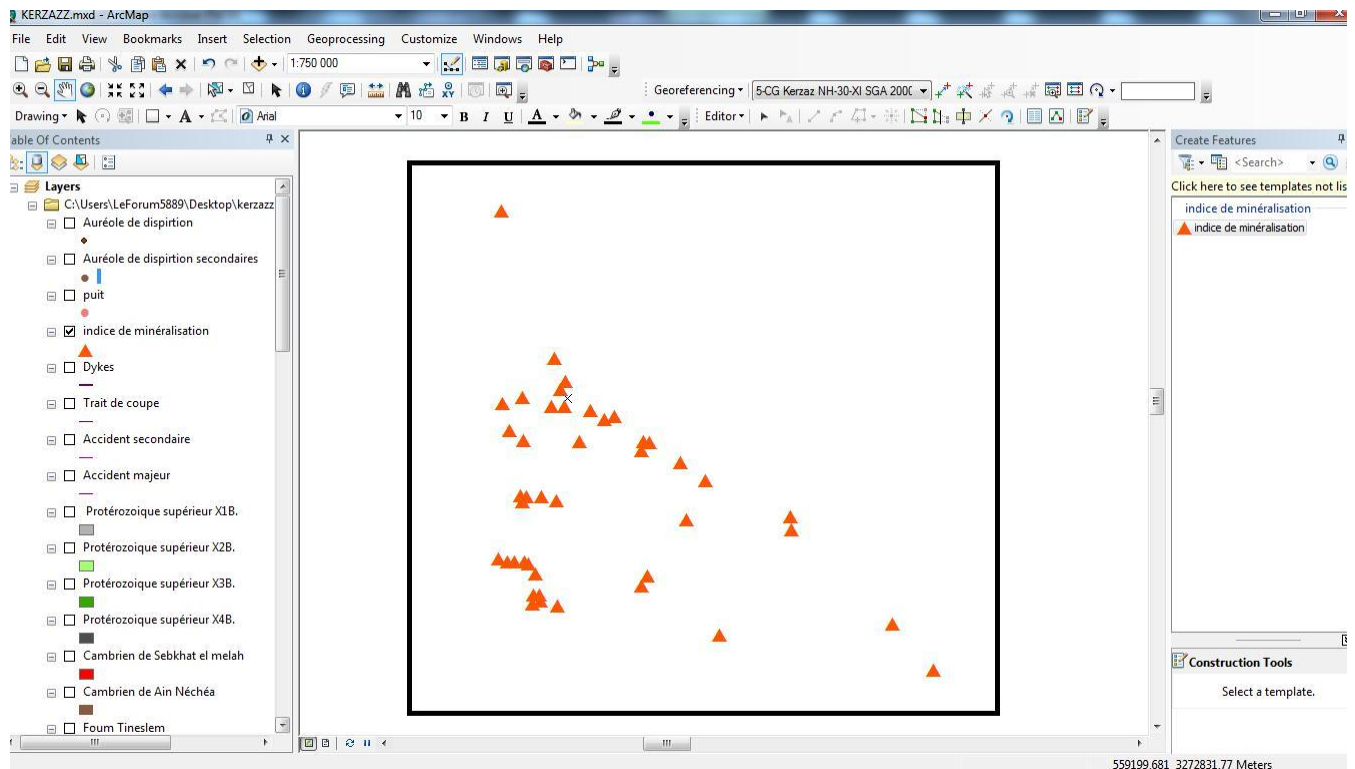


Figure 45 : Vectorisation de la couche « Métaux » de la feuille KERZAZ.

Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

IV-3 Mise en page :



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


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


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

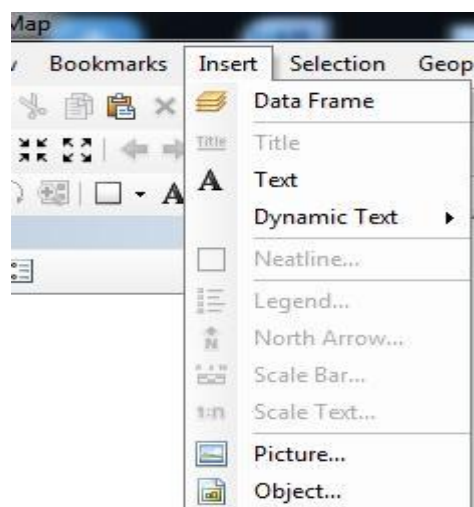
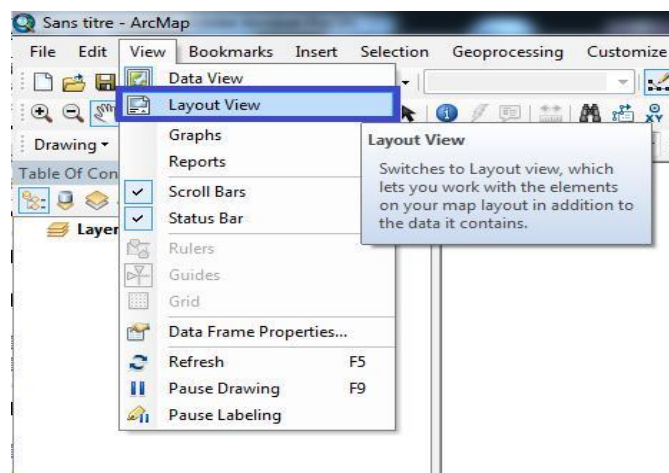
- Pour peaufiner le projet, on sélectionne la mise en page dans le menu :

Affichage  Mode mise en page  ou en cliquant sur le symbole de mise en page.

- Pour ajouter des éléments indispensables à notre carte on est allé dans le menu puis  insérer  et ensuite sélectionné l'item désiré.

- Lorsque la mise en page est terminée, on a le choix entre imprimer (menu fichier  Imprimer) ou bien d'exporter cette mise en page afin de pouvoir l'insérer dans un document.

- Pour exporter : menu fichier  Exporter la carte.



Chapitre IV : SIG de la Région d'étude.

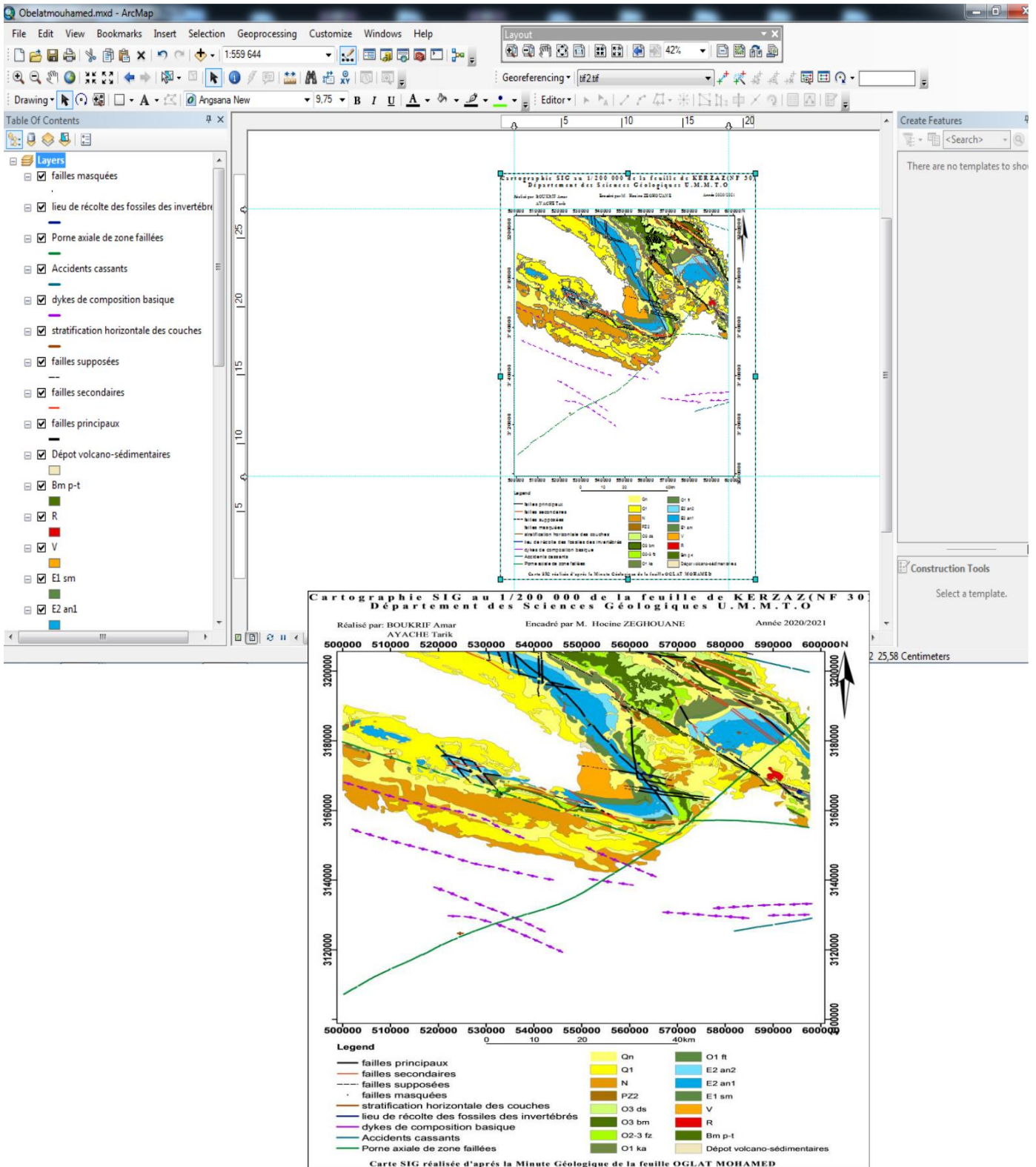


Figure 46 : Carte exporté de la feuille OGLAT MOHAMED

V. CONCLUSION GENERALE

Conclusion :

La chaîne d'Ougarta fait partie d'un vaste ensemble de formations paléozoïques plissées et affectées par des mouvements hercyniens (MENCHIKOFF, 1933) à noyaux volcaniques et volcano-sédimentaires d'âge Précambrien. Cette série continue du Paléozoïque est assez épaisse, allant du Cambrien jusqu'au Carbonifère.

Ce mémoire m'a permis de mieux appréhender les différents domaines de l'Algérie et connaître la région de l'ougarta en général et de ma région d'étude en particulier et cela par l'élaboration d'une synthèse géologique portant sur la litho stratigraphie, magmatisme, tectonique et minéralisation associées.

Au cours de la réalisation de la cartographie SIG des cartes géologiques au 1/200000 des feuilles kerzaz, hassi oulad said et oglat Mohammed, plusieurs étapes ont été nécessaires ce sont :

- Compilation des rapports géologiques et leurs annexes (catalogues des gites minéraux). -Réalisation de synthèses géologiques sur le Hoggar et la région d'étude.
- Elaboration des SIG de ma région d'étude.
- Rédaction du mémoire.

Côté pratique on a utilisé le logiciel ArcGIS, le travail commence tout d'abord par l'importation d'une carte géologique (image scannée) en format raster dans le logiciel et lui attribué sa référence spatiale géo-référencement et enfin procéder à sa vectorisation.

La partie pratique, de ce mémoire, nous a permis de :

- Créer une nouvelle forme de stockage des données numériques refermant un grand volume des données géologiques et géologiques de manière définitive et claires.
- Ces données à références spatiales permettent une localisation précise de l'information recherchée.
- D'actualiser et de convertir des données sans avoir recours à d'autres formes de données.
- Les cartes SIG obtenus peuvent être exportées puis imprimées sous format de document en papier pour être utilisées par une société ou une compagné d'exploration minière.

Références bibliographiques

- **Alimen M., IL Maitre D., Menohikoff N, Petter G, Poneyto A, (1952)** : Les chénes Ougarta et In Saoura, XIX C.G.I, Alger, 1952, Monogr. Région, 1^o série, algérie, N^o15.
- **AIT KACI A. (1990)** : Evolution lithostratigraphique et sédimentologique des Monts d'Ougarta pendant le Cambrien (Sahara algérien N. occidental), thèse Doctorat 3^{ème} cycle USTHB, Alger.
- **Biles(1969)** : les relation des micro fracturation des plissements dans la région de djebel ben-tadjine et au 30 km (chaines d'augarta-sahara oecidental) Algérie publ.serv.cart.géologique-algérie ,bulln^o39.
- **Caby R (1965)** : Les formations précambriennes de l'extrémité orientale de l'axe cristallin Getti-Eglab (sahara algérien occidental). Bull.Soc.Géol.France,(7), vii.341-352.
- **Chirkhaoui .Donzeau.M(1972)** : le passage précambrien-cambrien dans les monts d'ougarta, les conglomérats de djebel ben-tadjine (bull.sec.mita.)not.afr.alger.
- **COLLOMB P. DONZEAU M. (1974)** : Relation entre Kink Bands décamétriques et fractures du socle dans l'Hercynien des Monts d'Ougarta (Sahara Nord occidental, Algérie), Faculté d'Alger,
- **Caby. R (1996)**: Rapport de la mission de terrain dans le grand sud-ouest algérien (22/11/1992). Mém. Serv. géol. Algérie., n^o8 : 49-51.
- **Dubief. J(1959)** : Le climat du Sahara. Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie,
- **DONZEAU M., FABRE J., MOUSSINE-POUCHKINE A.(1981)** : Comportement de la dalle saharienne et orogénèse varisque, essai d'interprétation, Bull.Soc.Hist. Nat. Afr. Nord, Alger, T.69, fasc. 3 et 4
- **Fabre, J. (1976)** : Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines. Société Nationale d'édition et de diffusion, Alger, Algérie, 422p.
- **Fabriès, J. et Gravelle, M. (1977)**: Modalités du magmatisme au Protérozoïque supérieur dans la région de Silet (Hoggar central, Algérie). Bull. Soc. géol. France, (7), t.XIX, n^o5: 995-1004.
- **Gomes-Silva.M, Pacaud.M. Niel F(1963)** : Contribution à échelle du cambro-orodovicien des chaines Ougarta bull.Soc.Géol france (7) V(1) (134-14).

- **KAZI TANI N. (1986)** : Evolution géodynamique de la bordure Nord-africaine: le domaine intraplaque nord-algérien, Approche mégaséquentielle, thèse Doctorat ès Sci., Univ. de Pau, 2 tomes , 871 p., 347 fig. ,
- **Kahoui, M. Drareni, A. Fabre, J. Peucat, J.J et Kaddour, M. (1996)** : Age éburnéen du complexe annulaire alcalin du djebel Drissa (Est de la dorsale Reguibat, Algérie). Mém. Serv. géol. Algérie.
- **Liégeois, J.P. (1987)** : Le batholite composite de l'Adrar des Iforas (Mali). Géochimie et géochronologie d'une succession du calco-alcalin à l'alcalin dans le cadre de l'orogénèse panafricaine. Thèse. Doct. Univ. Bruxelles., 231p.
- **Legrand .(1966)** : Précisions biostratigraphiques sur ordovicien inférieur et le silarien des chaînes Ougarta C.R soum.soc.géol.France, n°7 243-245.
- **N.Menchikoff (1949)** : Quelques traits de l'histoire géologique du sahara occidental. aun.hebert et hang.Paris Livre gabyacob, VII 304-325.
- **N. Menchikoff (1952)** : rapport sur les reconnaissances des couches de fer dans les Régions d'ougarta établie pendant la campagne de l'hiver1952-1953.
- **Mironnov N. et al (1977-1979)** : rapport sur la recherche systématique ou 1/200 000 effectuée par l'équipe d'ougarta sur la feuille NH-30(ougarta).
- **Meindre M.(1955)** : Etude géologique du massif de bouKais bull.Scient. Econ.B.R.M.A , n°25-5-50.
- **EL HADI CHEROUH (2001)** : étude des roches volcao-plutoniques de la SEBKHAT EL MELAH (chaines L'OUGARTA, SW ALGERIEN).

