



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER EN GEOLOGIE

Option : Ressources Minérale Géomatériaux et Environnement

SUJET

Cartographie SIG des feuilles au 1/200 000 de Tazrouk,
Serouanout et Zaouatallaz région NE du Hoggar Algérie :
Géologie et Minéralisations associées

Réalisée par : CHERIFI Lysa

Soutenu publiquement le 16. 07.2019

Devant le jury composé de :

M. MAKHLOUF Ali	MCB	FSBSA/UMMTO	Président
M.DROUCHE Abd-Elmadjid	MAA	FSBSA/UMMTO	Examineur
M. ZEGHOUANE Hocine	MCB	FSBSA/UMMTO	Promoteur

Année universitaire 2018/2019

Remerciements

Au terme de ce travail, je voudrais exprimer mes reconnaissances et mes remerciements :

Il est agréable de remercier en premier lieu et très particulièrement mon promoteur **Monsieur H. ZEGHOUANE** pour m'avoir proposé d'abord ce thème, puis ma dirigé et conseillé tout au long de ce travail il n'a pas cessé de me faire profiter de sa grande expérience en me réserve toujours un moment pour discuter et suivre l'évolution de mon travail malgré ses multiples responsabilités. La qualité de ses exigences scientifiques, la confiance qu'il m'a témoigné et les moyens qu'il a mis à ma disposition m'a permis de mener à bien ce travail, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Un grand merci à **Monsieur A.MAKHLOUF** qui a accepté de présider ce jury, j'ai beaucoup appris à son contact. J'espère qu'il trouvera ce travail à la hauteur.

Je suis très content que **Monsieur Abd-Elmadjid DROUCHE** à accepté d'examiner ce travail. Il à toujours fait preuve d'une grande générosité envers tout le monde et n'a jamais hésité à nous tendre la main.

Je voudrais aussi remercier nos chers professeurs de département des sciences géologiques par qui j'ai été entouré durent le cursus pour leur bien vaillance, leur encadrement et leur dévouement.

Je remerciais également toute l'équipe pédagogique de département des sciences géologiques U.M.M.T.O

Dédicace

Je Dédie ce modeste travail

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père Belkacem.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère Nora.

A mon frère aimé : Mouhamed

A mes chères sœurs : Kahina, Thinhinane, Djouhar, Dyhia, Lynda et Fassadit qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A ma nièce sublime : Katia

A mes beau-frères : Belkacem, Tahar, Smail, Mounir et Mouloud

A mes meilleurs ami(e)s : M.Ali, D.Celia, A.Nabila, C.H.Nassima, A.Dihia, B.Fatma et F.Yacine

A mes amis, C.Koceila, Gh.Nadjib, K.Radia, D.Mouhamed, B.Youwa

Et toute ma section R.M.G.E

Résumé

La région du Hoggar est présentée par un socle panafricain composé de formations métamorphiques et magmatiques déverses, et caractérisée par une tectonique très complexe.

Dans le présent mémoire, on se propose de réaliser une cartographie SIG au 1/200.000 portant sur la géologie et les minéralisations de la partie centrale du Hoggar. Notre région est constituée de trois cartes au 1/200 000 (Serouenout, Zaouatallaz, Tazrouk). Le travail consiste à extraire et à mettre sous forme de couches d'information vectorielles, l'ensemble des entités géologiques et géologiques (lithologie, magmatisme, tectonique, minéralisations), à fin de mieux appréhender et comprendre la répartition des minéralisations de la région étudiée.

Dans le but d'atteindre notre objectif nous avons travaillé en utilisant ArcGIS, un logiciel SIG développé par ESRI et composé essentiellement de trois modules (ArcMap, ArcCatalog et ArcToolbox).

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

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

Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. But et objectif du travail.....	1
2. Présentation de la région d'étude.....	1

CHAPITRE I : GÉOLOGIE RÉGIONALE

I.1. Introduction.....	4
I.1.1 Géologie de la région du Hoggar.....	4
I.1.2 Les trois grands domaines structuraux du Hoggar.....	4
a) Hoggar oriental.....	6
b) Hoggar central polycyclique	6
c) Hoggar occidental.....	7

CHAPITRE II : GÉOLOGIE DE LA RÉGION D'ÉTUDE

II. Introduction : Description géologique.....	10
SEROUENOUT	11
II.1. Lithostratigraphie.....	11
II.1.1 Antécambrien.....	11
II.1.1.1 Suggarien.....	11
II.1.1.2 Le Pharusien.....	13
II.1.2 Crétacé.....	14
II.1.3 Quaternaire.....	15
II.1.3.1 Formation Quaternaire.....	15
II.2 Magmatisme.....	16

II.2.1 Ensemble magmatique Suggarien.....	16
II.2.2 Ensemble intrusif Pharusien.....	17
II.2.3 Ensemble magmatique Crétacé.....	18
II.3. Tectonique	19
II.3.1 Etage structural inférieur.....	19
II.3.2 Etage structural supérieur.....	20
II.3.3 Accidents cassants.....	21
II.4 . Minéralisation.....	21
II.4.1 Métaux rares.....	22
II.4.2 Polymétaux.....	22
II.4.3 Terres rares.....	23
II.4.4 Métaux Nobles.....	23
II.4.5 Platinoides.....	23
II.4.6 Autres éléments	23
ZAOUATALLAZ	24
II.1. Lithostratigraphie.....	24
II.1.1 Précambrien	24
II.1.1.1 Suggarien.....	24
II.1.1.2 Pharusien.....	24
II.1.2 Paléozoïque	25
II.1.2.1 Tassili	25
II.1.3 Cénozoïque.....	26
II.1.3.1 Quaternaire.....	26

II.2. Magmatisme	28
a-Complexe magmatique Suggarien(Précambrien inférieur)	28
b-Complexe intrusif du Pharusien(Précambrien moyen)	29
c-Complexe intrusif de Taourir(Précambrien supérieur)	30
d-Complexe magmatique post-Crétacé, Quaternaire	31
II.3. Tectonique	31
a-Etage structural inférieur (Précambrien inférieur)	31
b-Etage structural moyen (Précambrien moyen)	31
c-Etage structural supérieur (Paléozoïque inférieur, Quaternaire)	32
II.4. Minéralisation	32
II.4.1 Métaux rares	32
II.4.2 Polymétaux	33
II.4.3 Métaux Nobles	33
II.4.4 Platinoïdes	34
II.4.5 Terres rares	34
II.4.6 Autres éléments	34
TAZROUK	35
II.1. Lithostratigraphie	35
II.1.1 Protérozoïque inférieur	35
II.1.1.1 Série d'Arechchoum	35
II.1.1.2 Série d' Aleksod	36
II.1.1.3 Série d'Arefsa et Série de Serkout	37
II.2 Dépôts Quaternaire	38

II.2. Magmatisme	38
II.2.1 Ensemble magmatique du Protérozoïque supérieur	39
II.2.2 Ensemble magmatique tardif	39
II.2.3 Ensemble filonien	39
II.2.4 Ensemble plio-quadernaire	39
II.3. Tectonique	40
II.3.1 Tectonique plicative	40
II.3.2 Tectonique cassante	40
II.4. Minéralisation	41
II.4.1 Métaux rares	41
II.4.2 Métaux Nobles	42
II.4.3 Polymétaux	42
II.4.4 Terres rares	42

CHAPITRE III : SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

III.1. Introduction	43
III.2. Définition d'un SIG	43
III.3. Les composantes d'un SIG	44
1) Logiciels	45
2) Matériel	46
3) Données	46
4) Utilisateurs	46
5) Méthodes	47

III.4. Mode de présentation des données dans un SIG.....	47
1) Mode raster.....	47
2) Mode vecteur.....	48
3) Comparaison des Modes vecteur et raster.....	49
III.5. Les domaines d'application du SIG.....	50
III.6. Que nous permet de faire un SIG ?.....	51
III.7. Les SIG et la Géologie.....	51
1) Construction du SIG géologique.....	51
2) Architecture du modèle spatial.....	51
3) Méthode de construction d'un SIG.....	52
III.8. SIG SOUS ArcGIS.....	53
1) Définition du logiciel Arc Gis.....	53
2) Présentation du logiciel Arc GIS 10.....	53
a) Présentation de l'interface ArcMap.....	53
b) Présentation de l'interface ArcCatalog.....	54
c) ArcToolbox.....	56
3) Le document MXD.....	57

CHAPITRE IV : SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

IV.1. Application à la région d'étude.....	60
Introduction.....	60
IV.1.1 Étapes suivies pour la réalisation du travail	60
IV.1.2 Géoréférencement.....	63
IV.1.3 Vectorisation des différentes formations géologiques.....	70

❖ Les étapes de la vectorisation d'une carte à l'aide d'ArcGIS.....	70
IV.2 La vectorisation des formations géologiques.....	73
IV.2.1 Vectorisation l'information surfacique (Polygone).....	73
✚ Lithostratigraphie.....	73
✚ Magmatisme.....	76
IV.2.2 Vectorisation de l'information linéaire (Polyligne).....	76
✚ Tectonique.....	76
IV.2.3 Vectorisation de l'information Ponctuelle (Point).....	79
✚ Minéralisation.....	79
IV.3 Mise en page.....	83
Conclusion.....	86
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	VII
<u>LISTE DES FIGURES</u>	VIII
<u>LISTE DES ANNEXES</u>	X

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique de la région d'étude.....	2
Figure 2 : Le schéma montrant les subdivisions du Hoggar (Liégeois et al. 2000).....	5
Figure 3: log stratigraphique de la série de l'Egéré.....	13
Figure 4: carte des massifs de la région de Sérrouenout.....	17
Figure 5: les accident cassante de la feuille Sérrouenout.....	21
Figure 6: log stratigraphique du Paléozoïque Tassili.....	26
Figure 7: log stratigraphique du quaternaire.....	27
Figure 8: coupe schématique de la discordance dans l'oued oudenki.....	36
Figure 9: Base de données géographiques.....	44
Figure10: Les 5 Composante d'un SIG.....	45
Figure 11: Exemple de quelques données Raster (a: image satellitaire, b: image scannée, c: ortho photo aérienne)(BONNET M.2012).....	47
Figure 12: Exemple de données vecteurs.....	48
Figure 13: Mode de représentation de l'information géographique.....	49
Tableau 1: Avantages et inconvénients des deux modes raster et vecteur.....	50
Figure 14: Présentation de fenêtre ArcMap.....	54
Figure 15: Présentation de la fenêtre ArcCatalog.....	55
Figure 16: Fenêtre ArcCatalog au travers ArcMap.....	56
Figure 17: Fenêtre ArcToolBox.....	57
Figure 18: Fenêtre d'enregistrement du document ArcMap.....	58
Figure 19: Fenêtre des propriétés de la carte.....	59
Figure20: Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.....	61
Figure21: Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude.....	62
Figure 22: Fuseaux horaires de l'Algérie.....	63
Figure 23: Une présentation d'interface d'ArcCatalog montrant icone connexion a un dossier.....	65

Figure24: la propriété de la référence spatiale dans ArcCatalog.....	66
Figure25: la propriété de la référence spatiale dans ArcMap.....	68
Figure 26: calage de la carte géologique.....	69
Figure 27: Découpage de la carte géologique.....	70
Figure28: Ouvrir un nouveau fichier de formes.....	71
Figure29: Fenêtre de fichier de forme.....	72
Figure30: Outil Éditeur.....	73
Figure31: Présentation du Quaternaire (sable alluvien) vectorisé de la feuille Sérouanout.....	74
Figure32: Présentation de Crétacé+Antécambrien vectorisé de la feuille Sérouanout.....	74
Figure33 : présentation de l'information lithologique vectorisée de la feuille de Sérouenout.....	75
Figure34: Vectorisation des formations magmatisme de la feuille Sérouanout.....	76
Figure35: Présentation des différentes failles vectorisées de la feuille Tazrouk.....	77
Figure36 : Présentation de l'information linéaire vectorisée de la feuille Tazrouk.....	78
Figure37: Exemple de catalogues des minéralisations (Document original établie par Y.A. SINTCHOUK).....	79
Figure38: Exemple de Fiche Excel (Document fais partie de la base de données SIG).....	80
Figure39: Vectorisation de la couche «Anomalie Géochimiques» de la feuille Zaouatallaz.....	81
Figure40: Vectorisation de la couche «Points Minéralisé » de la feuille Zaouatallaz.....	82
Figure41: Vectorisation de la couche «Métaux nobles Au, Ag» de la feuille Zaouatallaz.....	82
Figure42: Vectorisation de la couche « Métaux rares » de la feuille Tazrouk.....	83
Figure43 : Carte exporté de la feuille Zaouatallaz.....	85

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1) But et objectif du travail :

Aujourd'hui les nouvelles technologies utilisées dans le domaine de la géologie facilitent d'avantage le travail aux géologues pour délimiter, extraire et aller droit vers l'information géologique.

Notre SIG, appliqué à la géologie et aux minéralisations des feuilles de Serouenout, Zaouatallaz, Tazrok à 1/200 000, a été établi à partir des minutes géologiques établies sur cette partie du Hoggar qui a été réalisé par l'Office National de la Recherche Géologique et Minière (O.R.G.M)

Le but de notre travail consiste à moderniser et informatiser les données sur la géologie et la minéralisation de la zone étudiée. La cartographie SIG va rendre la gestion facile et une meilleure connaissance de la distribution de la minéralisation et de faire une mise à jour pour la géologie. A partir de ces informations on peut réaliser un système d'information géographique (SIG) qui facilite la tâche aux entreprises minières, aux géologues et aussi qu'aux étudiants.

2) Présentation de la région d'étude :

a) Situation géographique de la région d'étude :

Le territoire d'étude appartient au Hoggar central. Il est composé de trois feuilles au 1/200000 situées dans la partie centrale et NNE du Hoggar. La feuille de Serouenout comprise entre 24°et25° de latitude Nord et 7°et8° de longitude Est. La feuille de Zaouatallaz comprise entre 24°et25° de latitude Nord et 8°et 9° de longitude Est, et la feuille de Tazrouk ayant pour coordonnées 23°-24° de latitude Nord et 6°et 7° de longitude Est.

Figure 1: Situation géographique de la région d'étude

b) Climat, faune et flore :

Le Hoggar (ou Ahaggar) est situé au sud du Sahara algérien et à 2000 Km au sud d'Alger, couvre une superficie 550 000 Km²,. Sa capitale économique Tamanrasset a les coordonnées suivantes : longitude 5°27, l'attitude 22°41.

Cette région est caractérisée par un climat désertique, aride et sec, avec de fortes fluctuations de température, un été relativement chaud avec des températures allant jusqu'à 45°C sous l'ombre et un hiver moyennement tempéré, avec des températures allant de 15°C à 25°C et nocturnes jusqu'à 0°C.

Les précipitations atmosphériques sont en général rares mais parfois dévastatrices à cause de l'absence de la végétation.

La faune du Hoggar, typique des régions désertiques, est représentée en général par les dromadaires, antilopes, gazelles et rares mouflons, les gerboises, scorpions, vipères, fennecs, hyènes.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La flore est pauvre et pousse en général dans les lits d'oueds et autour de certains points d'eaux permanents. Plus fréquemment on rencontre les tamaris, l'acacia, graminées sauvage, les peupliers et l'armoise.

Le Hoggar est considérée comme le plus beau site naturel au monde et une zone touristique par excellence. Dunes de sable de couleur dorée, gueltas et beaux méandres et canyons creusés profondément dans les lits d'oueds à travers les tassilis, levés et couchers du soleil indescriptible... etc

CHAPITRE I : GÉOLOGIE RÉGIONALE

I.1. INTRODUCTION :**I.1.1. Géologie de la région du Hoggar :**

Le Hoggar est le plus important massif précambrien de l'Algérie, il constitue la partie centrale du bouclier "Touareg", segment de la chaîne panafricaine dite "trans-saharienne" (Cahen et al., 1984). Il se prolonge, au sud-ouest, au Mali, par le massif des Iforas et à l'Est, au Niger, par le massif de l'Air.

Le Hoggar est composé de terrains d'âge allant de l'Archéen au Néoprotérozoïque. Il est recouvert en discordance par les grès cambro-ordoviciens des Tassilis, leur érosion est dû à un bombement lithosphérique à grand rayon de courbure, formé au cours d'une phase dispersive fini-jurassique et liée à l'ouverture de l'Atlantique. Ce bombement s'accompagne d'une activité volcanique, de type "point chaud", à caractère tholéitique à alcalin connue depuis l'Eocène supérieur jusqu'au Quaternaire récent (Girod, 1976 ; Dautria, 1988 AitHamou, 2000).

Des Shear-zones majeures orientées Nord-Sud séparent le Hoggar en trois blocs crustaux à la géologie contrastée. Afin d'établir les différentes corrélations existantes entre ces différents blocs, de nombreux auteurs ont été amenés à concevoir le bouclier "Touareg" comme un ensemble de complexe de blocs exotiques pour aboutir au concept "d'amalgamation de microcontinents" et enfin à la notion de "terrane" pris en tenaille entre le Craton Ouest Africain et le Craton Est Saharien durant l'orogénèse panafricaine 750 et 550 Ma (Liégeois et al 2000). (**Fig2**)

Cette phase se termine par la formation d'une magmatique ayant fonctionné entre suite post-orogénique d'affinité alcaline connues sous le nom des granites de "Taourirt" qui s'est mis en place le long de shear zones en régimes de transpression transtension, plus ou moins contemporains de la pénéplanation et du développement de bassins molassiques intracontinentaux contrôlés par les failles NS (Bonin et al, 1998).

I.1.2. Les trois grands domaines structuraux du Hoggar :

Le Hoggar est composé de trois principaux domaines géologiques (le Hoggar oriental, central et occidental) séparés par des accidents tectoniques majeures et dans lesquels s'individualisent des terrains spécifiques en terme de lithologie, de métamorphisme, de

magmatisme et de tectonique (black et al, 1994 ; liégeois et al, 1994).l'ossature globale du Hoggar s'intègre dans

un modèle géodynamique caractérisé par une orogénèse panafricaine à deux stades successifs (Caby et al, 1981 ; black et al, 1994). Le premier stade, précoce (750 - 660 Ma), reflète une collision qui succède à une subduction à plongement vers l'Ouest du Craton Est – Saharien.

Cette collision a généré un métamorphisme de haute pression, une anatexie de la croute inférieure, des chevauchements à l'échelle régionale et un magmatisme calco-alcalin faiblement à moyennement potassique. Le second stade (650 -580 Ma) a eu comme effet des batholites calco – alcalins fortement potassiques, suite à une subduction à plongement vers l'Est du craton Ouest africain. (Semiani A, et Al , 2004)

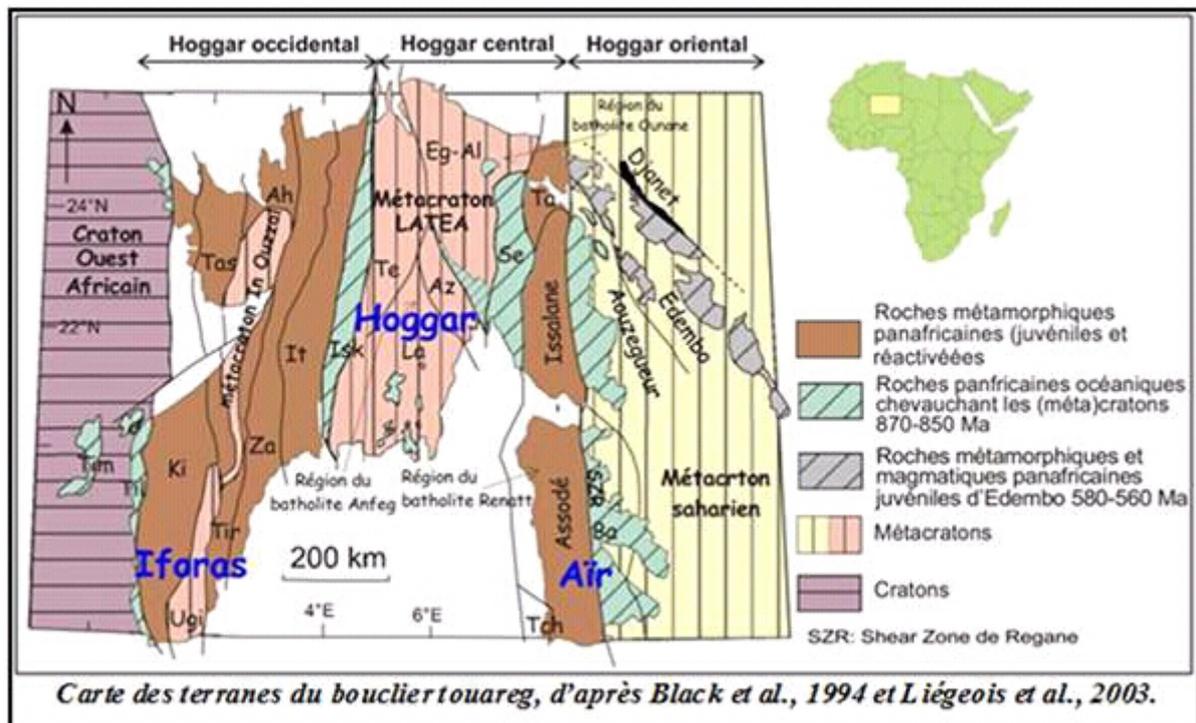


Figure 2 : Schéma structural du Hoggar (Liégeois et al. 2003)

- **Hoggar Oriental** : Dj (Djanet), Ed (Edembo), Ao (Aouzegueur).
- **Hoggar Central** : As-Is (Assodé-Issalane), Se (Serouenet), Eg-Al (Egéré-Aleksod), Az (Azou-n-Fad), Te (Tefedest), La (Laouni).

- **Hoggar Occidental** : Isk (Iskel), Te (In Tedeini), Za (Tin Zaoutine), Tir (Tirek), Ou (In Ouzzal), Ugi (Iforas), Tas (Tassendjanet).

a) Le Hoggar oriental :

Constitué de trois terraines partageant comme front commun la zone de cisaillement 8°30. Ils sont accolés les uns aux autres par l'intermédiaire de failles orientées NNW-SSE. (Semiani A. *et al.*, 2004) Il s'agit des terraines de

- **Djanet** : caractérisé par des roches volcanoclastiques et sédimentaires, métamorphisées dans le faciès schistes vertes supérieur ;
- **Edembo** : comprenant un socle granito-gneissiques mésozonal, des sédiments épizonaux et des rhyolites ;
- **Aouzegueur** : comprenant des sédiments détritiques, des amphibolites, des ophiolites et un large développement de granodiorite d'âge 725Ma (Caby, 1982) qui supporte en discordance la série détritique de Tiririne , épaisse de plus de 8000m (Berteand et al., 1978). Cette dernière qui encaisse la plupart des minéralisations d'or de ce domaine structural du Hoggar a été scindée en trois unités lithologiques distinctes (Bertrand et al. 1978). L'unité inférieure comprend des argiles, des dolomites, des grés fins et des jaspes ; l'unité intermédiaire entièrement détritique comprend des conglomérats polygéniques à la base, surmontée par une alternance d'arkoses et de grauwackes et l'Unité Supérieure caractérise un environnement fluviatile, dénommée localement série Arokam.

b) Le Hoggar central :

Limité à l'Est et à l'Ouest par les cisaillements 8°30 et 4°50. Les formations d'âge paléoproterozoïque et prédominant dans ce domaine. Les premières sont formées de migmatites et gneiss rubanés de composition granodioritique à tonalitique associés à des gneiss ocellés, alors que les formations mésoproterozoïques sont caractérisées par la présence d'une alternance de marbres, d'amphibolites, de quartzites et localement de micaschistes. Le matériel volcano- sédimentaire d'âge néoproterozoïques se situe le long des zones de cisaillement en formant des ceintures étroites d'allongement subméridien. Toutes ces formations s'organisent à l'échelle du Hoggar central en six terranes séparés par des couloirs tectoniques ; (Semiani et *al.*, 2004) il s'agit de :

- **Môle Issalane:** d'allongement N-S, mis en contact avec le cisaillement 8°30' et incluant un vieux socle (Archéen ? et Paléoprotéroïque) granulitique rétro-morphosé en

faciès schistes verts, des séquences supracrustales amphibolitiques, des granites d'anatexie (670Ma) et des granitoïdes calco-alcalins fortement potassiques (645-580 Ma) ;

- **Sérouénout:** d'allongement NS, comprenant des amphibolites, des micaschistes alumineux graphitisés, des granodiorites foliées, d'âge mésoprotérozoïque et des granites calco-alcalins fortement potassiques d'âge 580 Ma ;

- **Egéré-Aleksod:** comportant des gneiss granulitiques archéens et paléoprotérozoïques qui ont subi la double influence de l'Eburnéen (2000 Ma) et du Panafricain, des formations supracrustales mésoprotérozoïques avec des quartzites à magnétite, des quartzites à fuschite, des marbres, des amphibolites et des éclogites ;

- **Azrou-n-Fad:** au même contenu que le terrane Egéré-Aleksod

- **Tefedest:** qui comprend un socle amphibolitique incluant des séquences supracrustales et des granitoïdes calco-alcalins ;

- **Laouni:** qui se distingue surtout par l'abondance d'intrusions de granites post-tectoniques riches en minéralisations de tungstène, d'étain et de béryllium, et de granitoïdes calco-alcalins porphyroïdes dans un socle gneissique et amphibolitique. Les formations volcano-sédimentaires associées à des intrusions de gabbros, affleurent sous forme de bandes linéaires N-S en se surimposant à des failles profondes.

c) Le Hoggar occidental :

Limité à l'ouest par le Craton ouest africain et à l'Est par l'accident 4°50'. Il est subdivisé en deux rameaux (oriental et occidental) séparés par le môle In-Ouzzal (terrine d'In-Ozzal) formé de matériaux d'âge archéen structurés et métamorphisés à l'Eburnéen (Haddoum et al. 1994). Il constitue un vaste domaine où affleurent essentiellement des formations volcano-sédimentaires. (Semiani et al, 2004)

➤ Le rameau oriental:

comprend quatre principales séries d'âge néoprotérozoïque se distinguant par leur lithologie et leur chronologie relative. Ce sont de bas en haut : la série de plate-forme à stromatolites (décrite in Caby, 1970), la série volcano-sédimentaire, la série détritico-sédimentaire et la série

volcanogène. Ces séries sont envahies par des intrusions magmatiques de nature variée constituant l'essentiel des affleurements dans cette région. Plusieurs lambeaux de roches

ultramafiques serpentinisées, généralement riches en chromite, sont associés aux niveaux inférieurs des formations volcano-sédimentaires. Les formations mésoprotérozoïques forment une ceinture d'allongement N S, localisées en bordure du môle In Ozzal. (Semiani et al, 2004)

Dans ce rameau, il a été distingué quatre terrains :

- **Iskel:** comprenant surtout des sédiments de plate-forme à faciès schistes verts avec des marbres à stromatolites et des sills de roches basiques et ultrabasiques serpentinisés, des granitoïdes calco-alkalins (870-840Ma), des séries volcano-sédimentaires ;

- **In Tedeini:** comprenant surtout des sédiments détritiques à caractère flyschoidal, des molasses et des granitoïdes leucocrates fortement potassiques (650-550Ma) ;

- **Tin Zaouatene:** comprenant des gneiss à faciès amphibolite , des migmatites et des granites d'anatexie, des granitoïdes calco-alkalins fortement potassiques et des molasses à faciès schistes verts ;

- **Tirek:** comprenant des gneiss et des quartzites attribués au mésoprotérozoïque et des intrusions de granites et de gabbros panafricains.

➤ **Le rameau occidental** comprend :

- Des fragments d'un socle gneissique d'âge pléoprotérozoïque injectés par des granites datés à 2090 Ma (Allègre et Caby, 1972) ;

- La série à stromatolites telle que définie R. Caby (1970) dans le NW du Hoggar, d'âge Mésoprotérozoïque, métamorphisée dans le faciès amphibolite comparable à celle du rameau oriental ;

- La série volcano-sédimentaire, d'âge Néoprotérozoïque, discordante sur cette dernière.

Dans ce rameau, trois terrains d'allongement ont été individualisés :

- **Kidal:** caractérisé par un socle de gneiss du paléoprotérozoïques à noyaux granulitiques supposés d'âge archéen (similitude avec le môle In Ozzal), qui supporte en discordance, d'une part, des séquences supracrustales de plate-forme du Néoprotérozoïque intrudées par des granitoïdes déformés d'âge 695 Ma et, d'autre part, des formations

molassiques sous forme de bassins isolés, recoupées par des batholites de granitoïdes calco-alcalins fortement potassiques vers 570-630Ma ;

- **Tassendjanet:** comprenant des gneiss éburnéens recouverts en discordance par la série à stromatolithes (Néoprotérozoïque) à laquelle s'associent des lentilles de roches ultrabasiques serpentinisées, elles-mêmes recouvertes par une série volcano-sédimentaire épizonale ;

- **Ahnet:** caractérisé surtout par le développement de quartzite à séricite, deltaïque (post Éburnéen) et de rhyolites datées à 1800 Ma et qui sont surmonté par la série à stromatolithe.

- **La série molassique:** (Eocambrien) est répartie à travers tout le Hoggar sous forme de bassins isolés développés surtout au NW. Ils contiennent un matériel sédimentaire qui reflète le démantèlement des formations avoisinantes et dans lequel s'intercalent plusieurs niveaux de matériel volcanique essentiellement rhyolitique, daté au NW du Hoggar à 520Ma (Caby, 1972). Cette série correspond à l'ultime étape de l'orogénèse panafricaine. D'un point de vue structurel, impliquant les rejeux d'anciens accidents, au cours de la sédimentation de cette série (Semiane et Al , 2004).

CHAPITRE II :
GÉOLOGIE DE LA
RÉGION D'ÉTUDE

II. Introduction :

La région d'étude est représentée par trois feuilles au 1/200000 qui sont Serouenout, Zaouatallaz, Tazrouk, et font partie au Hoggar central polycyclique.

La synthèse géologique a été effectuée sur l'ensemble des trois feuilles à partir des rapports de recherche systématique réalisée par ORGM dans les années (1974-1976-1994).

La description géologique a été effectuée par chaque feuille séparément voir le tableau suivant :

Serouenout	Zaouatallaz	Tazrouk
<p>-Antécambrien :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suggarien :-série Arechchoum. -série de l'Egéré • Pharusien :-série de In-Hégéne. <p>-Crétacé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Série de Serouenout. • Série de Taharaq. <p>-Quaternaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation Quaternaire. 	<p>-Précambrien :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suggarien. • Pharusien. <p>-Paléozoïque :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tassili. <p>-Cénozoïque :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quaternaire. 	<p>-Protérozoïque inférieur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Série d'Arechchoum. • Série d'Aleksod. <p>-Protérozoïque supérieur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Série d'Arefsa et la série de Serkout. <p>-Quaternaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dépôt Quaternaire.

Tableau 1 : la composition lithostratigraphique de trois régions.

Feuille de Sérrouenout**II.1.Lithostratigraphie :****II .1.1.Antécambrien :**

Dans l'Antécambrien de la feuille de Sérrouenout, on distingue deux ensembles lithostratigraphiques séparés par une discordance angulaire le Suggarien à la base et le Pharusien au sommet.

II.1.1.1. Suggarien :

D'après M.LELUBRE(1952), on a pu distinguer deux séries qui sont la série de l'Arechchoum et de l'Egéré du Hoggar central.

Le Suggarien est subdivisé en deux séries, d'abord tenu compte des variations de composition lithologique du Suggarien pour faire la détermination et la composition lithologique de ces deux séries, à partir de la formation des roches, qui sont formées au cours du métamorphisme régional (gneiss, schistes cristallins, quartzites...etc) et des roches qui sont déposées postérieurement aux processus de granitisation, migmatisation, et de métasomatose potassique.

➤ Série de l'Arechchoum (Ar) :

Selon M.LELUBRE(1952), la coupe stratigraphique de l'Antécambrien de Serrouenout débute par la série de l'Arechchoum .Cette série repose dans les cœurs de grandes structures anticlinales.

On dégage quatre unités maitresses dans les limites de la moitié Sud de la feuille de Serrouenout où on trouve les affleurements de la série de l'Arechchoum.

Sur la direction Nord-Nord-Ouest on voit une large bande d'affleurement de la série (6-6km). Presque dans tout leur affleurements, les roches de la série de l'Arechchoum sont fortement migmatisées et recoupées par de nombreuses failles, les gneiss de cette série se trouvent dans l'oued Amadit Est sont fortement granitisés avec la formation des migmatites sombres, sauf les granitogneiss, on remarque de nombreux corps concordants des granites gneissique, des granodiorites, des diorites, des gabbros et des amphibolites ainsi que des zones de silicification et de feldspathisation.

➤ **Série de l'Egéré (E) :**

Sur le territoire de la feuille de Sérouenout, la série de l'Egéré est largement ré pondue. Elle est recouverte en discordance angulaire par le Pharusien. Dans l'ensemble, elle est constituée des gneiss et des schistes qui renferment les lentilles, les couches et les faisceaux d'amphibolites, de quartzites et de cipolins sur les différents niveaux stratigraphiques.

Sur la rive droite de l'Oued Amadit Est la série de l'Egéré repose dans le cœur d'un long synclinal étroit qui se poursuit en direction Nord-Nord-Ouest au de là de l'Oued . Le synclinal est effectué de nombreux plis droits et renversée au Sud-Est, d'ordre supérieur, après au Sud-Ouest il est délimité par une faille. La série de l'Egéré à une structure synclinale assez simple avec un pendage des flancs de 30 à 40°.

L'ingénieur pétrographe I.MIGTCHEV(...) à établi une coupe suivante de la série (de bas au haut), L'épaisseur visuelle de la coupe est de 250m :(Figure 3)

-Amphibolite vert foncé -30m

-Schistes quartzo-feldspathiques fines -30m

-Quartzite -70m

-Micaschistes ferro-quartzo-feldspathique à grain fins et moyens bruns avec les intercalations de quartzite -70m.

-Micaschistes quartzo-feldspathiques claires -50m.

-micaschistes quartzo-feldspathiques gris foncé avec des intercalations de schistes à quartz -30m.

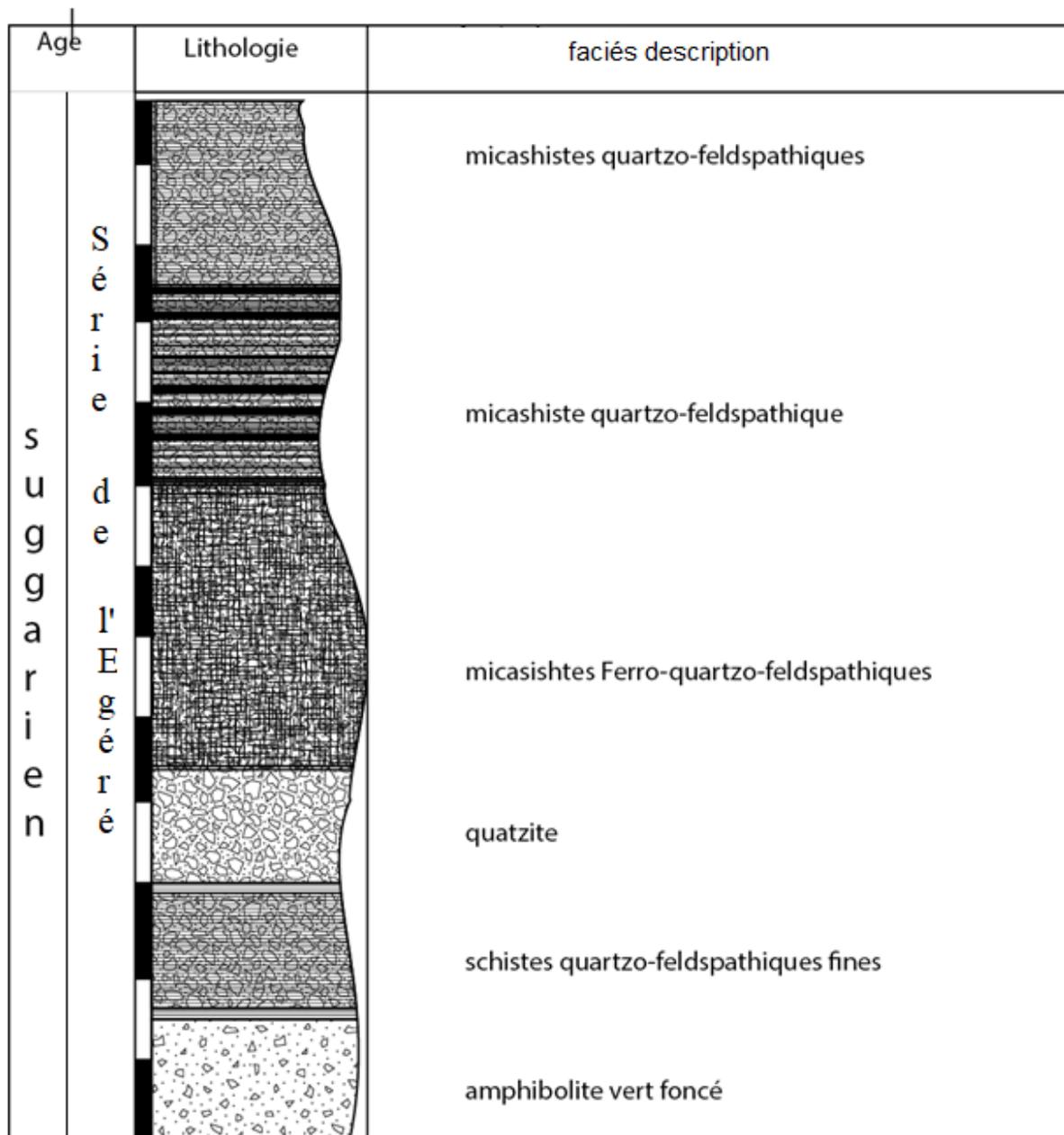


Figure 3: log stratigraphique de la série de l'Egéré

II.1.1.2. Le Pharusien (Ph) :

Le Pharusien a été découvert pour la première fois par P.BORDET (1955) dans les roches antécambriennes sur le territoire de la feuille de Sérouenout. La bande du Pharusien est orientée au NNW-SSE et délimitée par des deux cotés par des failles.

Le Pharusien est composé de roches faiblement métamorphiques à savoir : les schistes à quartz-séricite, phylliteux, quartz-biotite-séricites à quartz-séricite carbonatés et les microquartzites. La limite orientale du Pharusien passe le long de la rive droite de l'Oued Amadit. Le Pharusien débute par le banc de marbres d'une puissance de 20 à 200m.

La coupe du Pharusien se termine par une assise (1000-1200m) comprenant principalement les schistes à quartz. Le long de cette limite, on observe une zone étroite (500-700m) de migmatisation forte des roches. On remarque dans la région de Sérouenout, il y a que la partie inférieure du Pharusien qui est bien conservée lors de l'érosion.

➤ **Série de l'In Hégérin : (Adrar In Hégérin)**

Cette série est située dans la partie Ouest de la feuille de Sérouenout. L'Adrar est composée de rhyolites de leur tufs et de brèches tuffacées et ignées, reposant subhorizontalement sur les roches métamorphiques précambriennes.

Selon P.BORDET(1965), les rhyolites sont recoupées par de petits filons d'orthoclases et de quartz.

II.1.2.Crétacé :

Le Crétacé est représenté par deux séries qui sont : la série de Sérouentout et de Taharaq.

➤ **Série de Sérouenout :**

La série de Sérouenout forme un large plateau et de nombreuses buttes-témoins dans les parties centrales et occidentales de la feuille de Sérouenout, les champs isolés peu significatifs des affleurements dans cette série se rencontrent à l'extrémité Est et au Sud-Ouest de ce pays. La surface de cette série recouvre en discordance angulaire le socle Antécambrien pénéplané.

La composition lithologique de la série est variable. La série est principalement constituée de grés, de calcaire dans la partie Sud-Ouest de territoire encore les coulées des basaltes et des tranchytes ainsi que les couches de tufs. En pétrographie les conglomérats de cette série sont basiques, on ne les observe que dans les parties Sud-Ouest et Est de la région étudiée.

➤ **Série de Taharaq :**

La série de Taharaq est plus complète dans la partie Sud-ouest du territoire étudié où elle constitue l'Adrar sous le même nom. Suivi sans interruption vers le Sud jusqu'à la montagne d'Imedouzene. La série est composée en générale d'alternance de coulées des basaltes à pyroxène et andésites cette série repose en concordance sur les grés de la série de Sérrouenout. En direction Nord-est, la puissance de la série devient sensiblement faible ce qui est probablement déterminé par son amincissement naturel.

La limite chronologique inférieure de la série de Taharaq est déterminée d'après sa disposition sur les roches du Crétacé moyen de la série de Sérrouenout, la limite supérieure précise n'est pas définie. La présence de coulées des basaltes et des tufs trachytiques dans la partie supérieure de la coupe de la série de Sérrouenout dans la région d'Imedouzene ainsi que d'intercalation de grés dans la partie inférieure de la série de Taharaq et l'absence de discordance angulaire entre ces séries. Tous ces faits permettent de supposer que la formation de l'ensemble volcanogène du Taharaq s'est débutée après la déposition des sédiments lacustres de la série de Sérrouenout. Pour cette raison, l'âge de la série de Taharaq peut être arbitrairement assigné comme Crétacé supérieur.

II.1.3.Quaternaire :

II.1.3.1.Formation Quaternaire :

➤ **Basaltes de l'Adrar-n-Ajjer :**

Dans la partie Nord-est de la feuille de Sérrouenout, on observe un grand plateau volcanique, selon I.GROLIER et AL (1957), le plateau est essentiellement constitué de coulées basaltiques peu puissantes à la base et qui se poursuivent sur la distance très importante, les basaltes à olivine sont fréquents. Ceci à permis de rapporter également les basaltes de l'Adrar-n-Ajjer au Quaternaire.

➤ **Formation meubles :**

Sur le territoire de la feuille de Sérrouenout, dans sa partie montagneuse situé au Sud-ouest, on retrouve partout la formation meuble qui occupe toutes les vallées des oueds. On

peut observer les formations éoliennes éluviales. L'épaisseur des formations meubles est de l'ordre 0,1-2m.

Les dépôts éoliens sont représentés par les sables qui sont fréquents dans la composition de tout type génétiques. Les formations diluviennes sont composées des fragments angulaires des roches de fond sur les pentes abruptes des monts. Sur la carte géologique, les formations meubles sont montrées sans leur subdivision génétique. Les sables éoliens ne sont individualisées que dans les constituants des dunes et ergs. L'âge des formations meubles est adopté comme Quaternaires. On admet que leurs niveaux inférieurs peuvent être rapportés au Néogène.

II.2.Magmatisme :

Sur le territoire de la feuille de Serouenout, dans l'antécambrien on peut distinguer de façon très hypothétique Trois ensembles magmatiques :

Un magmatisme d'âge Suggarien, Pharusien et Crétacé.

II.2.1.Ensemble magmatique Suggarien :

Cet ensemble est représenté par des amas de roches magmatiques basiques, neutres et acides. Les roches magmatiques à composition basique comprennent essentiellement les gabbro-amphibolisés . Les amphibolites, reposant sous forme de corps concordants d'une épaisseur de 1 à 10 rarement à 100 m parmi les gneiss et les schistes prédominants.

Les massifs indépendants des roches basiques d'une dimension de 1 à 5 km² sont constatés en amonts des oueds Tin-Medidène et Tin-Hadjéne. Les roches magmatiques à composition acide reposent sous l'aspect de grands massifs et des corps-couches de différentes dimensions.

Les massifs de Terakafine se poursuit le long de la bordure sud-ouest de la feuille de Sérouenout et réapparaît sur le territoire de la feuille d'Amadrour ; Sa composition n'est pas homogène. Il est composé de granites et de granodiorites à biotite et à amphibole-biotite.

Le massif d'Akraréne se trouve en amont des affleurements gauches de l'oued Tin-Medinane au Nord de la route Tamanrasset, Djanet. Le massif est constitué de granites à biotite gneissiques homogènes à structure en couches et en blocs-bilboquets.

Sur le territoire de la feuille de Sérouenout, il y'a beaucoup de petits corps des granites à biotite et amphibolite et des granodiorites qui peuvent être envisagés comme Suggariens. La genèse des roches granitoïdes du Suggarien n'est pas tout à fait claire ; l'avis des géologues français les granitoïdes des massifs d'Ounan et de Terakafine sont anatexiques. Il n'est pas exclu que les granitoïdes Suggariens ont les formations intrusives qui se sont mise en place avant le début de la phase principale du plissement.(Fig.4)

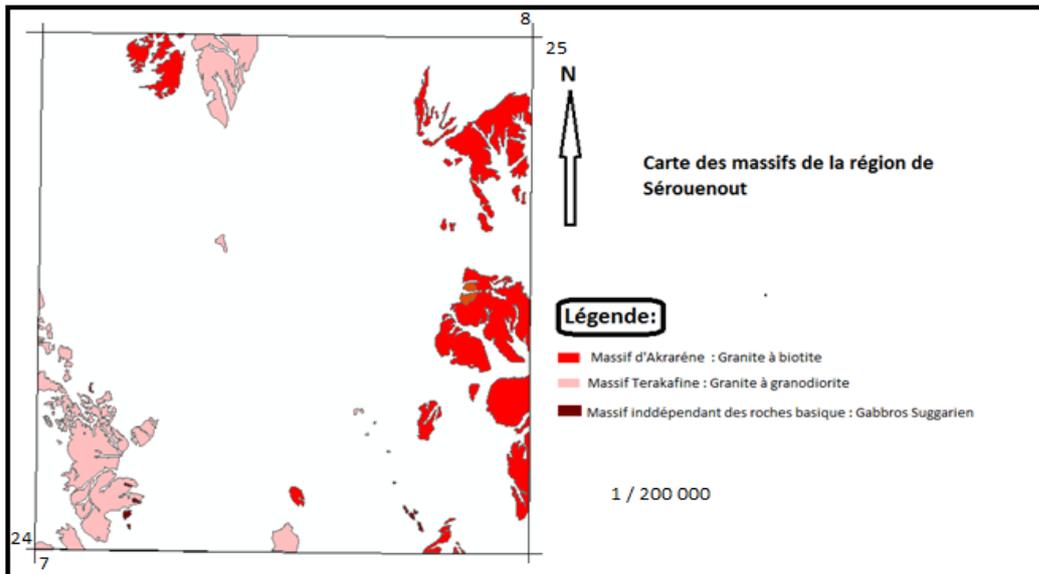


Figure 4: carte des massifs magmatiques de la région de Sérouenout

II.2.2.Ensemble Intrusif Pharusien :

Cet ensemble comprend les granites qui constituent les amas intrusifs discordants des différentes dimensions. La plus grande intrusion des granites, nommée Tasset se poursuit le long de la bordure Est de la feuille de Serouenout. Dans la région de l'Adrar Tessalit, parmi les granites porphyroïdes on remarque les petits corps de granite leucocrates fins est en corps de granodiorites et de diorites quartzeuses d'une dimension de plus de 5 Km².

Presque tous les autres intrusions Pharusiennes sont composées de granite à biotites porphyroïdes ; à la partie centrale de l'anneau est composée de granites à grains fins.

➤ **Age des granites antécambriens :**

Dans les limites du territoire étudié, toutes les intrusions granitiques se situent dans les roches métamorphiques du Suggarien. Au cours de la mise en évidence du Pharusien des intrusions granitiques, les autres invoquent les documents existants sur la région de la feuille de Temassint ou d'après GUERANGE (1966), il y'a des granites qui percent les schistes du Pharusien.

L'âge absolu des granitoides a été défini sur la base de 14 échantillons, prélevés par L.LATOUCHE (1974) dans les massifs d'Ounan et de Tisseliline. L'étude des spécimens à l'aide de la méthode rubidium strontium a montré que les granites à amphibole à Ounan datent près de 580 millions d'années et les granites porphyroïdes à Tisseliline -560 millions d'années environ.

➤ **Formations filoniennes :**

Les dykes sont principalement répandus parmi les roches métamorphiques et magmatiques du Suggarien, dans le Pharusien ils se rencontrent très rarement. Sont très fréquents dans la partie Sud-ouest du territoire de la feuille de Sérouenout. Les dykes ont une direction subméridionale et une disposition en échelons. La puissance des dykes varie habituellement entre 1 et 10 m, l'étendu de 0,5 à 5 Km. On observe très rarement les dykes de direction sublatitudinale et Ouest-Nord-Ouest. Ces dykes sont représentés essentiellement par des microgranites, granitporphyres, rhyolites et des microdiorites ; les filons sont plus développés par rapport aux dykes.

On distingue deux groupes essentiels de filons de quartz :

1^{er} groupe les filons liés aux failles de différentes directions.

2^{eme} groupe les filons qui reposent en concordance avec les schistes encaissantes de la série de l'Egéré et du Pharusien.

L'âge des filons et dykes précambriens n'est pas déterminé. D'après l'analogie avec les autres régions du Hoggar, les dykes et les filons de quartz du premier groupe sont évidemment tardipharusiens. Les filons du deuxième groupe sont probablement plus anciens.

II.2.3.Ensemble magmatique crétacé :

Au crétacé se rapportent les appareils volcaniques et les dykes répandus dans la partie Sud-Ouest du territoire de la feuille de Sérouenout.

➤ Appareils volcaniques :

Les appareils volcaniques se situent approximativement sur la même droite qui passe à travers le coin Sud-Ouest de la feuille de Sérouenout suivant l'azimut 20°. Les appareils sont étudiés et décrits par J.GROLIER et AL (1957°), J.REMY (1967) et V.ISAROV(1972). Tous les appareils constituent les formes positives du relief ; les montagnes coniques individuelles et les adars ayant les noms suivants : Imedouezene, Idahidane, Amekchou sud, Amekchou nord, Oua-n-Aressou, Roundoun.

➤ Dykes :

On voit les dykes dans la partie Sud-Ouest de la feuille de Sérouenout. Ils percent les gabbro et les syénites de l'appareil éruptif d'Ouan Aressou ainsi que les grés de la série de Sérouenout qui constituent le plateau directement à l'Est de l'appareil. Les dykes ont différentes directions. Leur puissance varie de 0,1 à 50 m, l'extension de 100 à 1000 m .

Ces dykes sont essentiellement représentées par des andésites et des syénites-porphyles. J.REMY(1967) indique la présence de dykes des basaltes et des andésites qui traversent les coulées des andésites-basaltes du plateau de Taharaq.

II.3.TECTONIQUE :

Sur la majeure partie de la feuille de Sérouenout, on observe des affleurements métamorphiques du Précambrien qui se caractérisent par un plissement intense. Dans les limites de cette feuille on distingue deux étages structuraux, qui sont séparés l'un de l'autre par une forte discordance angulaire.

1-Etage structural inférieur, formé par les roches métamorphiques et magmatiques de l'Antécambrien.

2-Etage structural supérieur, formé par les roches sédimentaires et volcaniques du Crétacé et du Cénozoïque.

II.3.1. Etage structural inférieur :

Cet étage est formé par les roches métamorphiques et magmatiques de l'Antécambrien, la direction subméridionale des structures plissée, principales et typiques pour les assises anticambriennes qui constituent l'étage structural inférieure. D'après sa structure il n'est pas homogène.

La structure contient les formations des séries de l'Arechchoum, de l'Egéré et du Pharusien qui se distinguent par la composition lithologique, le degré de métamorphisme et la saturation des roches magmatiques. Dans cet étage on peut distinguer 3 zones structro-formationnelles : Zone orientale, Zone centrale et Zone occidentale

- **Zone orientale :** cette zone est caractérisée par les formations granitisées et migmatisées fortement métamorphisées de la série de l'Arechchoum, avec la répartition subordonnée des formations de la série de l'Egéré. Les granites pharusiens sont largement développés.
- **Zone centrale :** le développement des formations schisteuses verts du Pharusien, avec la répartition limitée des roches fortement métamorphisées des séries de l'Egéré et de l'Arechchoum qui affleurent dans les cœurs des grandes structures anticlinales.
- **Zone occidentale :** elle est caractérisée par la présence de roches souvent migmatisées de la série de l'Egéré et encaissent les grands amas de granites du Suggarien. Cette zone est subdivisée en 3 sous zones :
 - ✚ **La zone Est :** occupe un tiers de la surface de la feuille de Sérouenout à partir de sa limite Est jusqu'à Est de la couche schisteuse verte du Pharusien.
 - ✚ **La zone centrale :** correspond au bassin Pharusien de Sérouenout.
 - ✚ **La zone Ouest :** occupe la majeure partie de la moitié Ouest de la feuille de Sérouenout.

II.3.2. Etage structural supérieur :

Cet étage est formé par les roches sédimentaires et volcaniques du Crétacé et du Cénozoïque. Elles sont concentrées dans une large bande (20-40km) qui s'étire du Sud-ouest au Nord-est. La plupart des grandes failles observées dans les roches de l'ensemble

métamorphique à leur tour elles sont recoupées par de nombreux petits accidents cassants auxquels sont liés les dykes et les extrusions du Crétacé.

Les roches de cet étage qui sont horizontales, avec dans certains compartiments tectoniques, des angles de pendage de 10-15° environ.

II.3.3. Accidents cassants :

Les accidents cassants sont très nombreux les plus grands parmi eux sont : la série de failles orientées Nord-est dans la partie centrale de la région et de nombreuses failles de direction Nord-ouest dans les limites des zones structuro-formationnelles Est et Ouest. L'étendue de ces failles est de premières dizaines à 100km. En général, les grandes failles sont remplies par des zones de silicification et de feldspathisation potassique par ce que celle-ci sont toujours liées aux dykes très significatifs.(Fig.5)

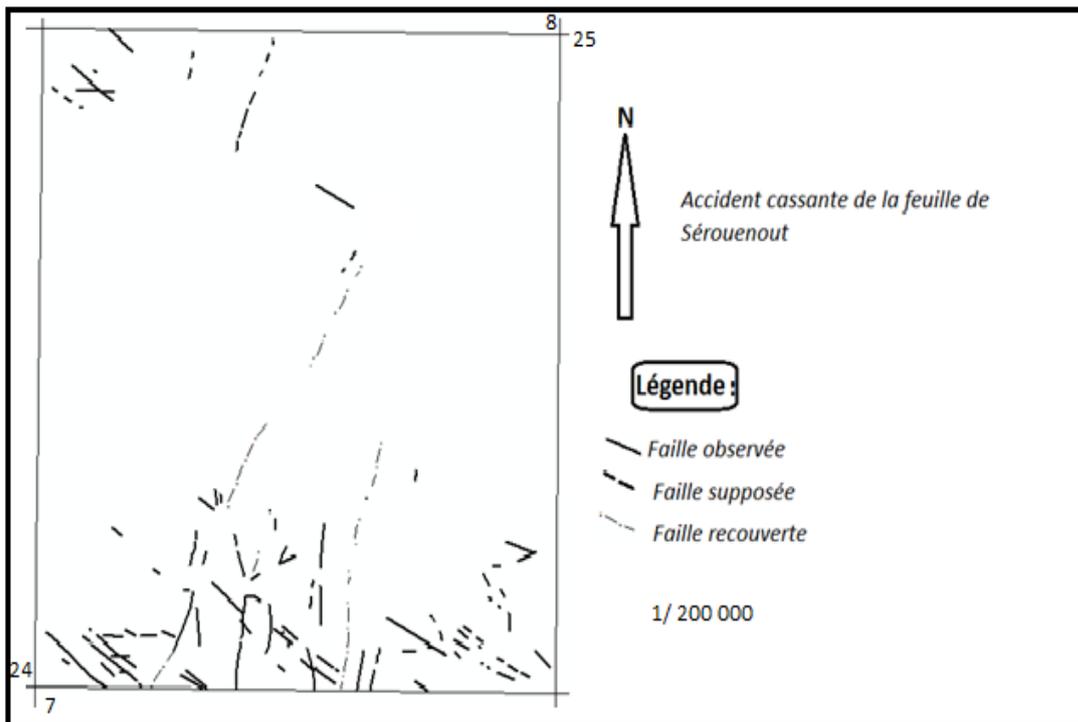


Figure 5: les accident cassante de la feuille Sérrouenout

II.4.Minéralisation :

A l'issue des recherches systématiques, menées sur la feuille de Sérouenout il a été mis en évidence les indices et les anomalies de niobium, cuivre, plomb, zinc, molybdène, wolfram, étain, lanthane et de cérium, Or et argent, nickel, cobalt, vanadium, chrome et d'autres éléments ainsi que de matière piezo-optique.

II.4.1.Métaux rares :**○ Niobium (Nb) :**

L'indice de Nb est retrouvé sur la limite de la moitié Sud de la feuille de Sérouenout. En tout il a été relevé un indice minéralisé, un point de minéralisation, deux anomalies auréolons et 38 anomalies ponctué de Nb. La minéralisation de Nb est associée aux teneurs élevées en fonction de la composition des roches.

○ Molybdène :

Ces indice de molybdène sont rares dans cette région. Il a été recensé un point de minéralisation et une anomalie géochimique au aréolaire et 25 anomalies ponctuelles de molybdène. La teneur de l'indice de molybdène est de 0,002-0,005% .

○ Wolfram :

La minéralisation en tungstène est représenté par 18 anomalies ponctuelles de ce métal. Le wolfram accompagne la minéralisation d'autres métaux. La teneur en wolfram dans les andésites est de 0,01% et s'accompagne la teneur élevée en Or 0,002g /t.

○ Etain :

Sur la surface étudiée, ont été mise en évidence 33 anomalies ponctuelles d'étain. La teneur d'étain est de 0,0015-0,003%.

II.4.2. Polymétaux :**○ Cuivre-Plomb-Zinc (Pb,Cu,Zn) :**

Les indices de Pb,Cu,Zn sont assez réponsus dans la région. Il a été reconnu 6 points de minéralisations et 65 anomalies ponctuelles de cuivre et de minerais polymétalliques. La teneur en Cu atteint dans certain indices 0,5-1,0 % en même temps la teneur en Pb ne

dépasse pas 0,05% et en Zn 0,1%. Ces indices sont liés aux filons de quartz et de quartz-feldspath potassique mais les indices de Cu qui domine beaucoup plus dans ces filons de quartz contrairement au Pb et Zn.

II .4.3. Terre rare :

○ Lanthane et cérium :

Dans la région examinée, on a relevé un point de minéralisation et 16 anomalies ponctuelles de Lanthane et Cérium. Il a été observé deux anomalies ponctuelles, mises en évidence dans les schistes à biotite du Pharusien, dans les teneurs en Lanthane sont de 0,05-0,07% et en cérium 0,01-0,15%.

II.4.4 Métaux Nobles :

○ Or :

Il a été localisé un point de minéralisation et 18 anomalies ponctuelles d'or qui sont liés aux divers types de roches. La plupart des indices de minéralisation d'or sont liées aux filons de quartz et de quartz-feldspathe potassique. Les anomalies ponctuelles qui sont liées aux filons de quartz ont une teneur de 0,02-0,1g/t.

II.4.5. Platinoides :

○ Nickel, Cobalt, Chrome :

Dans la région étudiée ils ont été reconnues 22 anomalies ponctuelles d'éléments sidérophiles suscités. Les teneurs en nickel atteignent 0,2%, en cobalt 0,03%, en chrome 1,0%, en vanadium 0,2%

II.4.6. Autres éléments :

Sauf les indices des métaux, qui définissent la spécialisation métallogénique de la région de Serouenout, on a également mis en évidence les anomalies ponctuelles de métaux suivants : Argent (0,5-20g/t), Arsenic (0,005-0,1%), Cadmium (0,0005-0,005%), Bismuth (0,0005-0,05%), Lithium (0,015-0,07%), Béryllium (0,0003-0,0015%), Zirconium (0,1-0,2%), Baryum (1,0-2,0%), Germanium (0,0005-0,0015%), Yttrium (0,02-0,05%).

Feuille de Zaoutallaz**II.1.Lithostratigraphie :****II.1.1.Précambrien :**

Les formations Précambriennes sont largement développées dans la feuille de Zaouatallaz .On distingue deux complexe de roches :

- Le complexe des roches Suggariennes le plus métamorphisé qui se trouve a la base.
- Le complexe des roches moins métamorphisées appartient au Pharusien.

II.1.1.1 Suggarien (Sg) :

L'ensemble Suggarien appartient au Précambrien inférieur, le Suggarien occupe une grande partie de la feuille de Zaouatallaz. Il est représenté par une assise assez uniforme, se caractérise par des gneiss, granito-gneiss, quartzites, amphibolites et de cipolins, toutes ces roches forment l'intercalation de couches minces.

La partie moyenne du Suggarien est représenté par les quartzites qui sont remplacés encore plus haut par les gneiss. L'épaisseur du Suggarien est plus de 3000m. La coupe la plus caractéristique de la partie inférieur du Suggarien se trouve sur la rive droite de l'Oued Ahonsa-N-Berienne au Nord-ouest du territoire, dans les montagnes de Tazatet et Arhar Soula, les formations de Précambrien inférieur sont représenté par les gneiss a deux micas et les granito-gneiss. A l'Est le suggarien a une autre composition lithologique et il est représeté dans sa partie supérieure par les quartzites et de cipolins.

II.1.1.2. Pharusien (Ph) :

L'ensemble Pharusien appartient au Précambrien moyen. Il a une extension plus petite sur la feuille de Zaouatallaz. La plupart d'affleurement des roches de se complexe se situe au Sud-est d la région. Le Pharusien comprend deux roches faiblement métamorphisées. Les roches du Pharusien reposent en discordance sur celle du Suggarien.

Les dépôts du Pharusien sot représenté par des roches gréso-schisteuse, de quartzites et des poudingues, des formations volcanogéne et terrigènes-volcanogénes acides t neutre et par des calcaires.

Au Sud-est de la région l'assise est représentée par des roches griso-schisteuses et schisteuses et par les roches volcaniques. La coupe Sud-est de territoire se situe dans la région Ouest Tafassasset.

Au Nord-ouest cette assise est formée essentiellement par des poudingues et des quartzites. L'épaisseur totale de la coupe est de 2100m. Au Nord-ouest de la région étudiée la coupe du Pharusien se situe au Nord de la chaîne montagneuse d'In-Tehoun.

II.1.2.Paléozoïque :

II.1.2.1.Tassili (Ts) :

Le tassili occupe à peu près 15% de la feuille de Zaouatallaz. Les couches sédimentaires du Tassili reposent partout subhorizontalement, elle recouvre en discordance angulaire les roches métamorphiques et les formations magmatiques du Précambrien. Il est représenté par des roches de différente granulométrie qui sont comme suite : les poudingues aux grès à grains fins et aux schistes argileux. Dans beaucoup de couches représente une stratification parallèle et oblique accentuant des bancs intercalés et des lentilles de grès grossiers et de micro-poudingues.

La base du Tassili est représentée par les poudingues qui reposent sur les roches métamorphiques précambriennes, qui forme par fois une croûte d'altération et comme il se caractérise par l'abondance des lentilles, des bancs intercalés et des couches de micro-poudingues et de poudingues, ainsi que des roches quartzifères, kaolinisées et riches en oxydes de fer. Les dépôts Tassiliens du Sud de la feuille de Zaouatallaz forment plusieurs adras isolés et ils sont représentés par leurs couches inférieures.

Une coupe des ces couches est observée au Sud-est de la région, à proximité de la montagne Tin-Tinadisse, qui est comme suite (de bas au haut) :

- Grès à gravier Kaolinisés bruns reposent sur les granites à biotite.
- Poudingue à petite galets intercalés de grès à grains fins-moyens.
- Alternance des grès à grains moyens et grossiers et des micro-poudingues.
- Alternance des grès à grains fins et grossiers avec la stratification oblique.
- Alternance des grès à grains moyens blancs et bruns.

-Alternance des grés bruns compacts et des micro-poudingues.

L'épaisseur totale du Tassili dans la feuille de Zaouatallaz est de plus de 350m.

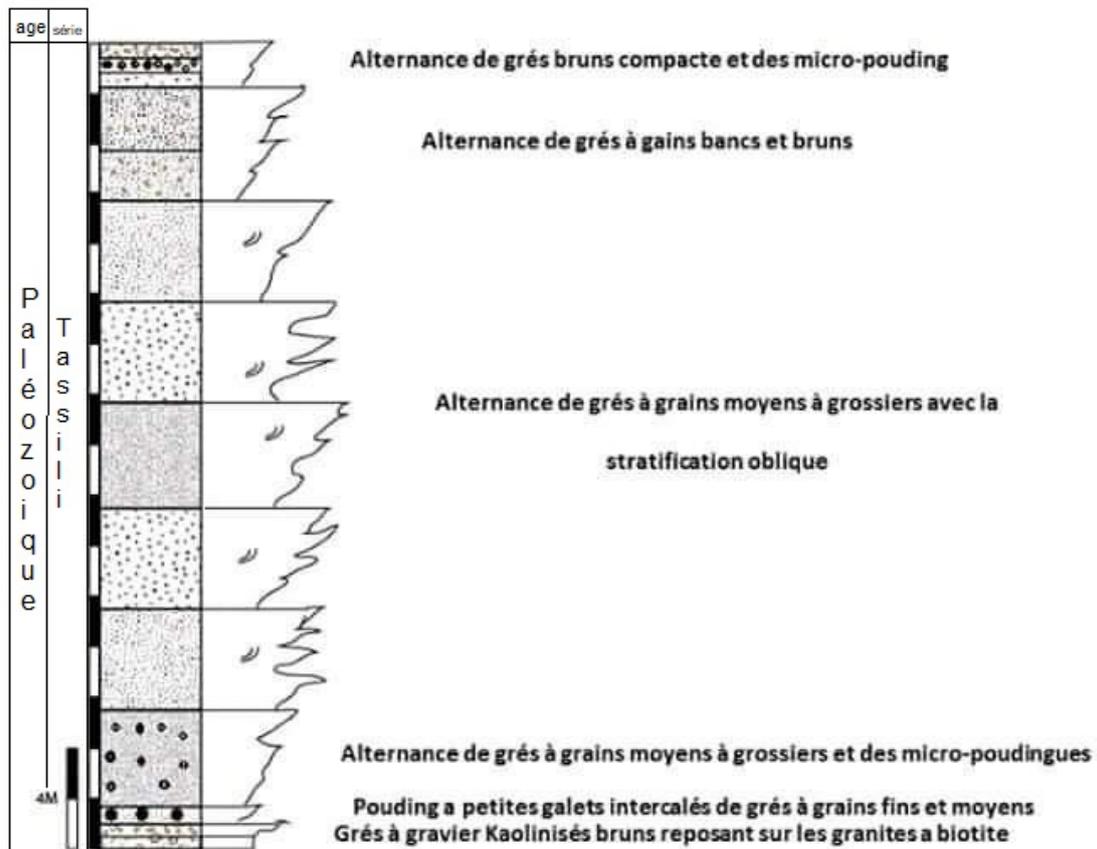


Figure 6: log stratigraphique du Paléozoïque Tassili

II.1.3. Cénozoïque :

II.1.3.1. Quaternaire :

Les formations Quaternaires stratifiées occupent à peu près 25% de la feuille de Zaouatallaz, qui est représentées par des dépôts éluvions, torrentiels, d'illuvions, alluviaux et éoliens. L'épaisseur des dépôts Quaternaires varie de centimètres jusqu'aux dizaines de mètres. Les sables sont les prédominant dans tous les types génétiques du Quaternaires. La quantité des facies augmente dans les dépôts éluvio-d'illuvions des pentes et des Adrars faiblement inclinés et à faible pendage.

La coupe la plus complète d'allusion est représentée dans l'oued d'Issekane, au Nord-ouest du territoire. Elle est la suivante (de bas au haut) (Fig.7)

- Gravier à caillou avec des bancs intercalés et des lentilles de sables grossiers 0,8m.
- Sables grossier à gravier avec des lentilles de sables grains moyens polygène 0,2m.
- Gravier et galets cimenté par le sable grossier polygène 0,6m.
- Intercalation des cailloutis à gravier et des sables à grains moyens 0,4m.
- Sable à gravier 0,3m.
- sable grossier polygène à stratification oblique 0,5m.
- Sable à gravier avec la stratification vaguement parallèle 0,2m.
- Sable polygène avec des galets et de petits bancs intercalés de gravier 1m.

L'âge des dépôts meubles est considéré comme Quaternaire approximativement, étant admis que leurs couches inférieures peuvent faire partie du Néogène.

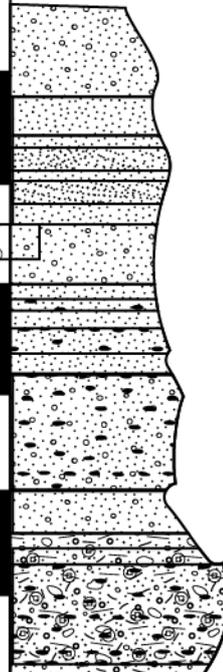
AGE	Lithologie	faciès discription
Q U A T E R N A I R E		<p>sable polygène avec des galets et banc intercalé de gravier</p> <p>sable grossier a stratification oblique</p> <p>sable à gravier</p> <p>intercalation cailloutis à gravier et grains moyens</p> <p>sable à gravier et a stratification vaguement parallèle</p> <p>gravier a caillou avec des bancs intercaliés de gravier</p>

Figure 7: log stratigraphique du Quaternaire

II.2. Magmatisme :

Les formations magmatiques occupent à peu près 40% de la feuille de Zaouatallaz, elles sont représentées par les complexes suivants :

a-Complexe magmatique Suggarien (Précambrien inférieur).

b-Complexe intrusif Pharusien (Précambrien moyen).

c-Complexe intrusif Taourirt du Précambrien supérieur.

d-Complexe magmatique post-Crétacé-Quaternaire.

a-Complexe magmatique Suggarien (Précambrien inférieur) :

Le complexe magmatique Suggarien est caractérisé par 4 massifs granitoides qui sont : Ta-N-Tassaline, Ghalindjam, Tanenet et Ahroui. Ils se situent dans le bloc tectonique Nor-est.

Les massifs de ce complexe sont plus répartis dans les roches métamorphiques.

- **Massif Ta-N-Tassaline** : situé au Sud-est de la région et se prolonge sur la feuille de Djanet. Il est représenté par les granites à biotite et à biotite-amphibole, gneiss et par de rares dykes acides.
- **Massif Ghalindjam** : situé à l'Est de la région il est formé par des gabbros, des granites et des dykes. Les gabbros constituent des petits affleurements d'une forme irrégulière à l'Ouest du massif. Les granitoides de Ghalindjam se trouvent parmi les gneiss à biotite et à biotite-amphibole et des granito-gneiss, il est affecté de plusieurs failles et à l'Est il est intrusionné par les granites grossièrement porphyriques du Précambrien moyen.
- **Massif Tanenet** : situé au Nord-est du territoire, il a une forme irrégulière et il est constitué de plagiogranites à biotite-amphibole à gros grains de teinte grise, les dykes sont représentés par des granites filoniens pegmatoïdes, tous les dykes sont orientés vers le Nord-est. Le massif est affecté par plusieurs failles d'une orientation Nord-est.
- **Massif Ahroui** : situé au Nord du territoire. Le massif est formé par les granites à amphibole-biotite et feldspath. Les dykes sont représentés par les granites filoniens. La structure du massif est caractérisée par les failles qui sont remplies par l'agrégat de feldspath et de quartz-épidote.

Dans ce complexe on peut distinguer une série de dykes et deux types de roches magmatiques qui sont comme suite : roche magmatique basique et acide.

-Roches magmatiques basiques : la première phase du complexe se rencontre sous forme de petit affleurement irrégulier dans les massifs granitoides Ghalindjam et Tanenet. Elle est représentée par les gabbros à grains moyens et les gabbro-dibases avec des passages faciaux progressifs entrent eux.

-Roches magmatiques acides : la deuxième phase du complexe caractérisée par les granites à biotites et à biotite-hornblende et les granidiorites, la structure du massif est rubanée et gneissique et très typiques à ces granitoides. Les granites contiennent des xénolites de gabbros et des lambeaux de la couverture qui est formés par les gneiss et des granito-gneiss.

-Roches de dykes : Les dykes sont pas nombreux, sont représentés par les diabases, les diorites à biotite à grains fins, les aplites-pegmatites et les granites aplitoides. Les contacts des dykes sont lisses, le plus souvent rectilignes.

b-Complexe intrusif du Pharusien (Précambrien moyen) :

Le complexe est situe dans les blocs tectoniques Nord-ouest et Sud-ouest, il est représenté par des grands massifs qui sont les suivants : Amamouken, Tasset, Honag, Irekadene et Isseknane.

- **Massif plutonique de Tasset-Honag :** situé à l'Ouest de la feuille de Zaouatallaz, sa partie Sud est déplacée par une faille subméridienne en deux massifs Tasset et Honag et ces deux massifs sont séparés par une faille sublatitudinal au Nord.
- **Massif Honag :** ce massif est formé par les granites à biotites grossièrement porphyroïdes, ces granites se trouvent souvent sous forme de xénolites. Les dykes sont représentés par les diabases, des granites filoniens et aplitoides, ils sont orientés au Nord-ouest et au Nord-est.
- **Massif Tasset :** situé à l'Ouest du massif Honag, il est séparé de celle-ci par une faille, il est représenté par les granites à biotites porphyroïdes à gros grains, les granites à biotite à grains fins, les dykes sont basiques et acides orienté qu'au Nord-ouest.

- **Massif Irekadene** : le massif est représenté par les granites à biotite équigrenus de teinte rose, les dykes sont acides et orienté au Nord-ouest. Les granites à gros grains sont quantifiés, dans la région de Ti-n-Hadi ces granites sont recouverts par des roches sédimentaires du Tassili.
- **Massif Isseknane** : il a une structure tectonique compliquée, il est faillé et percé de dykes acides. Il est caractérisé par des granites à biotite porphyroïdes à gros grains et par des granites à biotite équigrenus à grains fins nuancé de rose, ces granites contiennent des petits corps et de dykes subparallèles de granites à biotite.
- **Massif Amamoukène** : se situe au Sud-est de la feuille de Zaouatallaz, il est représenté par des granites à biotite grossièrement porphyroïdes de teinte rosâtre et des formations filoniennes acides, la greisinsation des roches encaissantes et des granites sont provoquée par des dykes de granite alaskites.

Dans se complexe on peut distinguer deux phases de granites et une série de roche de dykes.

-Roche de la première phase (phase principale) : est formé par les granites à biotite à grains gros-très gros gigantesque porphyroïdes rarement équigrenus. Les granites sont caractérisés par la structure massive et par la texture granitique, il contient du quartz, plagioclase, microdine et de la biotite, ils comportent des lambeaux et des xénolites de complexe métamorphique.

-Roche de la deuxième phase (phase complémentaire) : est représenté par les granites à biotite à grains fins de teinte gris-claire nuancé de rose, les granites forment de petits corps isométrique ou largement allongés sur les granites de la première phase.

-Roche de dykes : sont représentés par des diabases, diorites, granites filoniens, porphyroïdes, aplites et les granites aplitoïdes, feldspath et les porphyres feldspathiques, les pegmatites. Le plus grand nombre de dykes se trouve dans les granites de la phase principale.

c-Complexe intrusif du Taourirt (Précambrien supérieur) :

Le complexe est représenté sur la feuille de Zaouatallaz par les granites à biotite-muscovite, muscovite et à albite-muscovite et par les alaskites. Les granites forment de petites intrusions isolées.

d-Complexe magmatique post-Crétacé, Quaternaire :

Sur la feuille de Zaouatallaz se complexe comprend la quantité considérable des roches varient des gabbros aux rhyolites et aux porphyres, la plupart de ces roches se trouvent au Nord de la feuille de Zaouatallaz. Ce complexe est formé par des gabbros, des liparites et les tranchy-liparites et par des porphyres quartzique. Les gabbros, les liparites et les tranchy-liparites forment plusieurs corps en amas et en dykes, ils se situent dans l'adras Amamoukene. Les porphyres quartziques se localisent dans la zone de mylonitisation sur les granites Pharusien à l'Ouest de territoire.

II.3. Tectonique :

Le territoire étudié se localise au Nord de syndinorium d'Ahaggar de l'Est. Les blocs Sud-ouest et Nord-est sont les plus élevés à présent, la tectonique de la région est subdivisée en trois étages structuraux qui sont comme suite :

- a- Etage structural inférieur (du Précambrien inférieur) : c'est le stade géosynclinal du développement.
- b- Etage structural moyen (Précambrien moyen) : stade orogénique du développement.
- c- Etage structural supérieur (du Paléozoïque inférieur-Quaternaire) : le stade continental du développement.

a-Etage structural inférieur (Précambrien inférieur) : est formé par des formations magmatiques et métamorphiques Suggariennes. Le bloc Nord-est est constitué par des grands plis orienté Sud-méridienne est Nord-ouest, qui ont une largeur de 3 à 8km et l'étendue de 20 à 30km, l'inclinaison de leurs flanc varie de 30 jusqu'à 80°. Le bloc Sud-ouest est formé par le plissement plus serré, l'inclinaison des flancs varie de 40° à 90°. Les structures de plissement sont trouvées seulement dans le bloc Nord-ouest sous les dépôts récent.

b-Etage structural moyen (Précambrien moyen) : est représenté par les granites et les roches métamorphiques du Pharusien. Le complexe métamorphique se situe dans le bloc Sud-ouest en forme d'une bande étroite. Les roches métamorphiques sont déformées en plis d'une étendue de 2 à 7km et d'une largeur de 1-5km, l'inclinaison de leurs flanc est de 5° à 40°, ce plis est moins serré.

c-Etage structural supérieur (Paléozoïque inférieur- Quaternaire) : est caractérisé par des roches sédimentaires du Tassili, ces roches ne sont pratiquement pas disloquées leur pendage n'augmente que près des failles ou ils atteignent 20° à 60°. Les plis dans ces dépôts sont rares et très doux, l'inclinaison de leur flanc est de 10° à 25°, leur largeur est de 2-3km, leur largeur est de 1 à 2km.

Dislocations tectoniques :

Les dislocations tectoniques sont assez nombreux dans le territoire étudié. Ces dislocations sont de premier et deuxième ordres les zones de failles sont profondes et de longue durée avec une orientation submeridienne, sublatitudinale et Nord-ouest, il existe deux types de faille conjonctives et chevauchement. Les failles les plus répandues dans le bloc Nord-est sont normales, très inclinées ou verticales, leur direction est Nord-ouest et Nord-est. Le bloc Sud-ouest est caractérisé par la présence de grandes failles chevauchantes, l'absence des failles normales et décrochement.

Les dislocations tectoniques sont accompagnées par des zones de feldspathisation, d'épidotisation, de quartzification et de bréchification, ainsi que par celles de mylonite et par l'injection des formations magmatiques.

II.B.4. Minéralisation :

Pendant les années 1976-1978 le groupe systématique centre a découvert sur la feuille de Zaouatallaz 142 indices de minéralisation qui ont été divisée selon les éléments suivants :

II.4.1. Métaux rares : sont les plus répandus dans la feuille de Zaouatallaz, qui sont comme suite :

- ✚ **Molybdène :** ils ont découvert au Sud de la feuille de Zaouatallaz un point de minéralisation et 10 anomalies de molybdène. La teneur en molybdène varie de 0,01 à 0,1% et elle est accompagnée par les concentrations anomalies de bismuth et de cuivre, toutes les autres anomalies ont les teneurs en molybdène de 0,001 à 0,003%.
- ✚ **Wolfram :** les indices de minéralisation de wolfram sont représentés par 6 anomalies ponctuelles et une auréole primaire qui réunit 10 formations albatisées, quartzifiées et kaolinisées et aux roches sédimentaires du Tassili. La teneur en wolfram dans le quartz à minéralisation sulfurique ne dépasse pas 0,002 à 0,007%.

- ✚ **Tantale** : dans la région étudiée ils ont découvert deux anomalies de tantale qui se situent à l'Est de la surface, dans les gneiss à biotite et les granito-gneiss Suggarien, les anomalies sont liées aux filons pegmatoïdes d'une épaisseur de 6-3 m et d'une longueur de 10-300m. La teneur en tantale est de 0,003 à 0,005%.

- ✚ **Niobium** : a été découvert dans la région, parmi eux deux auréoles géochimiques et 9 anomalies. La répartition du niobium dans les roches de la région étudiée est caractérisée par les roches métamorphiques du Suggarien contiennent de niobium avec une teneur de 0,18-0,85%.

- ✚ **Etain** : dans la région étudiée ils ont noté que la teneur en étain est élevée dans les gneiss feldspathisés du Suggarien, les granites Pharusien et dans les dykes de composition acide, ils ont découvert 3 anomalies d'étain avec une teneur de 0,003%.

- ✚ **Béryllium** : sur la feuille de Zaouatallaz ils ont découvert 6 anomalies de béryllium qui se localisent dans les filons de quartz. La teneur en béryllium est de 0,01 à 0,1% et plus.

- ✚ **Lithium** : sur la feuille de Zaouatallaz ils ont reconnu 11 anomalies qui se trouvent dans les pegmatites, dans les gneiss et dans les roches mégmatisées acide. La teneur en lithium est de 0,002 à 0,1%.

II.4.2. Polymétaux :

- ✚ **Cuivre, Plomb, Zinc** : dans la moitié Sud de la feuille de Zaouatallaz, il a été relevé un indice de minéralisation, 16 points de minéralisation et 5 anomalies de cuivre, de plomb et de zinc. Selon les données de l'analyse spectrale, la teneur en cuivre ne dépasse pas 0,02 à 0,1%.

II.4.3. Métaux nobles :

- ✚ **Or** : sur la feuille de Zaouatallaz, il a été localisé un indice de minéralisation, 15 points de minéralisations et 10 anomalies d'Or, qui a été découvert par l'analyse spectrale dans beaucoup de roches de la région, à savoir les quartzites et les amphibolites du Précambrien inférieur, les poudingues et les roches volcaniques

moyens, les grés de la base de Tassili, les granites du Précambrien et les zones de mylonitisation. La teneur en Or est de 0,01 à 0,05 g/t.

- ✚ **Argent** : sur le territoire étudié l'argent est trouvé dans les complexes métamorphiques et magmatiques du Suggarien et du Pharusien à la quantité proche du Clark. Les indices de minéralisations d'argent sont représentés par un point de minéralisation et 15 anomalies ponctuelles. La teneur en argent dans les anomalies varie de 0,5 jusqu'à 10g/t.

II.4.4. Platinoïdes :

- ✚ **Chrome** : dans les limites du territoire étudié ils ont découvert un point de minéralisation de chrome, avec une teneur en chrome qui varie de 0,1 à 0,7%.
- ✚ **Cobalt** : sur la feuille de Zaouatallaz ils ont trouvé une anomalie de cobalt. Cet indice se localise sur une faille d'une orientation Nord-ouest. La teneur en cobalt est de 0,01 à 0,1%.

II.4.5. Terre rare :

- ✚ **Lanthane et Cérium** : dans la région étudiée ils ont découvert une auréole géochimique et 8 anomalies ponctuelles de lanthane et de cérium, ces indices se situent dans les granites Suggarien et dans les dykes d'une composition acide. La teneur en lanthane est de 0,07 à 0,1% et en cérium de 0,1 à 0,2%.
- ✚ **Zirconium et hafnium** : sur le territoire étudié ils ont notées des teneurs élevées en zirconium et hafnium dans les formations magmatiques du Pharusien et dans les formations sédimentaires du Tassili. Dans les granites filoniens les teneurs en zirconium de 0,3% et en hafnium de 0,03%.

II.4.6. Autres éléments :

Ils ont trouvé encore les anomalies de Germanium (0,0015-0,002%), de Scandium (0,005-0,01%), d'Yttrium (0,05%), d'Arsenic (0,005-0,22%) et de Cadmium (0,0002-0,002).

Feuille de Tazrouk**II.1.Lithostratigraphie :****II.1.1.Protérozoïque inférieur :****II.1.1.1.Série d'Archchoum :**

Les affleurements, de cette série se localise du Nord qu'au sud ainsi qu'à l'Est et l'Ouest de la feuille de Tazrouk, elle couvre environ 40% de la surface d'étude. L'affleurement le plus important se situe à l'Est contrairement à l'Ouest l'affleurement et moins important, son contact est faillé et sa bordure occidentale est de limite par un massif garannique. . Au centre, elle est en contact tectonique (faille) tant dans sa partie occidental qu'oriental avec la série Aleksod. Au Nord, l'extension de cette série se prolonge jusqu'à la feuille In-Sakane. La limite méridionale (Sud) est marquée par une discordance masquée par une zone d'accordance tectonique (BERTRAND 1974) (**figure 8**)

Cette série en générale forme de vaste dômes où le pendage (schistosité, foliation) est sud-horizontale au centre. A l'Est et au Nord-est la structure est généralement plissée.

La composition lithologique de cette série est très variée mais essentiellement constitué de différents facies de gneiss, de petits lentilles d'amphibolites et des métasédimentaire. La subdivision de la série Archchoum établi par J.M.Bertrand (1974) en trois formations qui sont :

- Des gneiss rubanés plagioclasiaues de composition granodioritique à tonalitique et de rares lentilles d'amphibolites ces gneiss sont recoupés par des filons basique, ces filons ont permis de démontrer la discordance de la série de l'Aleksod sus-jacente **Bertrand 1965**.
- Une formation méta-sédimentaire qui contient des marbres, proxénètes, des quartzites, des micas schistes et des gneiss plageoclasiques.
- Des gneiss aillés qui se transforme en gneiss granitoïde roches homogène.

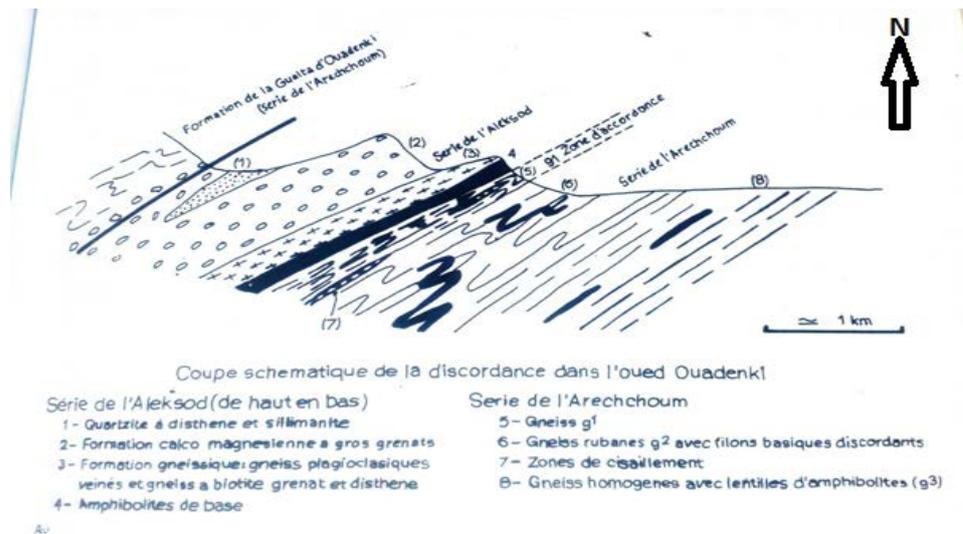


Figure 8: coupe schématique de la discordance PR1 Arechchoum et PR² Aleksod dans l'oued oudenki BERTRAND 1974.

II.1.1.2.Série Aleksod :

Cette série est localisée en 4 endroits différents dans la feuille de Tazrouk, un petit affleurement situé au Nord à la limite de la feuille In-Sakane, un autre affleurement central, s'étendant du milieu de la feuille jusqu'au Nord-ouest. Ces contacts tant à l'Est qu'à l'Ouest sont faillées par contre au Nord elle est en contact avec la série Arechchoum par un plan de chevauchement. Au Sud-ouest les contacts ouest sont avec la série Arechchoum et sont tectonique, à l'Est une zone mylonitique en cadrée par deux accidents régionaux à la limite de la série Arefsa. Le dernier affleurement qui s'étendant du Sud au Nord, un massif de granitoïde s'est développé dans sa partie sud jusqu'au centre, à l'Ouest apparait la série Arechchoum, à l'Est c'est la série Serkout équivalent de la série Arefsa qui affleure.

La série Aleksod est représenté par les gneiss, amphibolites et méta-sédimentaire est fortement plissée et fracturée. Cette série est caractérisée par le développement d'une tectonique importante les plis sont fortement serrés. ARMINE (1977) à distingué deux types de plis qui sont comme suite :

- Plis couchés de direction Nord-ouest et Sud-est à Est-ouest.
- Plis déversés de direction Nord-est et Sud-ouest à Nord-ouest à Sud-est.

D'après ARMINE (1977) cette série a une coupe synthétique est la suivante de bas en haut.

- Amphibolites massives à grenat coupé par les pegmatites.
- Formation gneissique.
- formation calco-magnésienne constituant d'amphibolites massives à gros grains.
- des gneiss veinés leucocrates à muscovite.
- une formation méta-sédimentaire débutant par un niveau de gneiss plagioclasique et se poursuit par des quartzites et marbres.
- gneiss amphibolitique à grenat et méta-diorite.

II.1.1.3.Série d'Arefsa et série de Serkout :

Cette série affleure uniquement dans la partie Sud-ouest de la feuille Tazrouk jusqu'à son milieu. Elle forme un fuseau orienté Nord-ouest et Sud-est. La série est limitée à l'Ouest par une zone mylonitique encadré par deux failles régional, et à l'Est par une importante faille qui est localisé Nord-ouest et Sud-est. La schistosité est généralement forte à subvertical au Nord et plus faible au Sud. La présence d'une masse gneissique encadrée par deux accidents et en contacte avec les conglomérats au sud de la feuille Tazrouk, à l'Est de la feuille, une formation épi-métamorphique a caractère méta-sédimentaire affleure dans la partie.

Selon M.MELUBRE (1952) ces formations affleurant dans des bandes étroites représentent une couverture volcano-détritique, d'âge Protérozoïque supérieur, déformé et métamorphisés au cours de cycle Pana-Africain.

- **Série Arefsa :**

D'après V.KLEIMENOV et AL (1979) note que la série est métamorphisée dans les facies schiste vert, amphibole et de gneiss, au Sud-est de l'oued Sersouf l'un des géologues a noté la présence des conglomérat, ou ils ont prélevé des échantillons sur les galets et le ciment.

- **Série Serkout :**

Cette série est représenté par des quartzites, méta grés, muscovite, biotite et parfois grenat et tourmaline, micaschiste et de gneiss, et aussi des roches effusives acides, elle est recoupée par des microgranites en filon et diorite.

II.1.2. Dépôt Quaternaire :

Ces dépôts sont faiblement exprimés dans la feuille de Tazrouk, ils apparaissent le long des lit d'oued Oudrak, et sont représentés par du sable, graviers et cailloutis le long de l'oued. Au niveau de la source d'eau, apparait une brèche sédimentaire au fond de l'oued uniquement. Les éléments sont anguleux, ils ont prélevé une lame mince sur cette brèche qui montre que la structure et psammétique à texture bréchoidale, elle est composée d'élément qui sont fragments de roche et débris.

Les différents fragments sont : -fragment de quartzite.

-fragment felsite.

-fragment composé de biotite d'oxyde et hydroxyde de fer, de feldspath, de quartz et granula d'épidote.

--fragment composé d'oxyde et hydroxyde de fer, de biotite de séricite et minéraux argileux.

Les débris sont représentés par les plagioclases, quartz, biotite et amphibole.

Tous ces élément sont enrobés dans un ciment composé essentiellement de carbonates à structures psammétique qui montre que la roche est une brèche plynénique hétérométrique.

II.2.Magmatisme :

Les formations magmatique peut développée sur la feuille Tazrouk trouvent une extension limitée au Sud et à l'Ouest de la feuille. Elles occupent plus de 20% du territoire, caractérisée surtout par la prédominai de granitoides , les roches basiques d'ultra-basiques sont plutôt rares , et n'affleurent pas qu'un de petit massif isolé bien individualisés de dimension modeste 2 à 3 Kms de largeur sur 4 à 5 Kms de longueur .

Le volcanisme anorogénique trouve son extension situé dans la partie Ouest de la feuille par des coulées basaltiques, par contre le trachytes toujours se rencontrent au Sud-ouest et dans la partie Nord-est de la feuille Tazrouk. Il est subdivisé en 4 ensembles qui sont :

- 1- Ensemble magmatique du protérozoïque supérieur
- 2- Ensemble magmatique tardif
- 3- Ensemble filonien
- 4- Ensemble plio-quaternaire

II.2.1.Ensemble magmatique du protérozoïque supérieur :

Les formations magmatiques attribuées au protérozoïque supérieur peu nombreuses et sont caractérisées par la prédominance numérique et extensive des granitoïdes par rapport aux ultra basites et basites (amphibole, diorite, gabbro ...)

II.2.2.Ensemble magmatique tardif :

Sur le périmètre d'étude le plutonium post-tectonique est représenté par deux massifs Serkout et massif Tan-Souli.

Le massif serkout présente une configuration allongée, et l'autre massif est plus ou moins ovale. Les traits caractéristiques de ces massifs sont leurs formes avec une limites nettes avec l'encaissant et la forte anomalie radiométrique exprimée sur les cartes géophysique. Ils sont caractérisé par granite Taourirts ou se réfère aux travaux des magmatisme dans le Hoggar.

II.2.3.Ensemble filonien :

Dans cet ensemble a été groupé tous les roches filonienne basiques, neutre et acide. Cet ensemble plus ancien que les basaltes et plus récent que l'ensemble magmatique de protérozoïque supérieur.

Les roches filoniens sont bien développés sur le périmètre étudié, elles effectuent aussi bien les série Arechchoum, Aleksoud, Volcano-Sédimentaire. Elle est représentée par microgranite, microdiorite, rhyolite, dacite, micro-gabbro, microgrodiarite et filon de quartz.

II.2.4. Ensemble plio-quadernaire :

Les affleurements de cet ensemble sont développés dans la partie Ouest de la feuille Tazrouk. Elles sont représentées par des basaltes en coulée et des trachytes en neckes.

II.3. Tectonique :

La région de Tazrouk est une partie intégrante du Hoggar central polycyclique a subi les différents événements tecto-métamorphiques recensés dans le bouclier Targui, à savoir :

- ✚ L'événement Eburnéen 2000±200 m.a qui correspond à des plis couchés isoclinaux.
- ✚ L'événement Panafricain 650-550 m.a à cet événement se sont formées de grande structure plissée, plis droits au revers.

II.3.1. Tectonique plicative :

La tectonique plicative est difficilement déchiffrable dans la série Arechchoum suite de l'intensité du métamorphisme, la série Aleksod, ils ont observé de belle structure, soulignée par un assaure généralement quartzique et parfois amphibolitique. Ainsi à l'Est de Tazrouk, ils ont observé des structures isoclinaux.

II.3.2. Tectonique cassante :

Les déformations cassantes sont bien développées dans le territoire étudié. Elle est subdivisée en trois systèmes de failles dont le plus ancien et plus exprimé qui sont comme suite :

- **Système méridien à subméridien généralement jalonné de mylonite:** la région de Tazrouk peut être subdivisée en 4 compartiments longitudinaux qui sont :

-Compartiment oriental : caractérisé par des affleurements de la série Arechchoum et par de petits massifs parfois isométriques de granitoïde. Il est limité à l'Ouest par une faille d'extension régionale (faille Est Serkout) jalonné au Nord de mylonite. Cette faille décale de façon senestre.

-Compartiment de Serkout : celui-ci est limité par deux accidents de direction subméridienne à méridien. La faille Est Serkout est la faille Ouest Serkout est constituée par

les formations de la série Aleksod et la série Archchoum et de la série de Serkout. la faille Ouest Serkout jalonnée de mylonite plongent vers l'Est.

- **Compartment central** : est limité par la faille Ouest Serkout et une bande mylonitique d'axe régulière allons de Sud de la feuille jusqu'au basalte de Tadehouet, elle est relayée par des mylonites granitique à schistosité vertical. Selon J.M.BERTRAND (1976), cette zone mylonitique devient vers le Nord un pli large.

- **Compartment occidental** : a la base il est formé par des granites, des basaltes et par la série Aleksod qui montre une intense fracturation orientée Nord-sud.

- **Deuxième système de faille NW-SE** : il affecte toute les formations métamorphique, et recoupe le système méridien mais a une relation avec le système NE-SW. Un pli plus récent avec deux mouvement senestre et parfois dextre. La faille de l'oued Telohat, elle apparait sous les basaltes d'Idéles et va jusqu'au l'accident Est Serkout.
- **Troisième système NE-SW** : les failles d'extension régional sont incliné vers l'Ouest et étend de du Sud de la feuille de Tamazzaq jusqu'à l'oued Amandagh, recoupe aussi bien certain faille du système NW-SE que N-S le déplacement est dextre.

II.C.4. Minéralisation :

Sue l'ensemble du la feuille Tazrouk, Compagne 1992 – 1993 il a été recensé 370 anomalie de basse et moyenne intensité qui sont regroupées en 250 points au maximum mono-élément et multiélément dont 21 points de minéralisation.

Les indices de minéralisation sont représentés en groupe comme suite :

II.4.1. Métaux rares :

- **Etain(Sn)** : c'est l'élément majeur sur toute la feuille de Tazrouk, les teneurs en Etain sont entre 0,001% et 0,03% Les anomalies a étain sont concentré dans les granites.
- **Lithium(Li)** : dans cet indice ils ont relevé 3points de minéralisations avec une teneur qui varie de 0,001% à 0,005%

- **Molybdène(Mo)** : cet élément est très peu exprimé, un seul point minéralisation est relevé avec une teneur de 0,02%.
- **Wolframite** : ils ont relevé 5 bales seulement de ce minéral, les concentrations sont très faibles.
- **Tantalite** : elle est mise en évidence dans 11 bales l'analyse de ce minéral a été confirmée par l'analyse spectrale.

II.4.2. Métaux nobles :

- **Or** : les teneurs en ce métal sont très faibles, ils ont relevé 26 éléments sur toute la surface de la feuille de Tazrouk.

II.4.3. Polymétaux :

- **Cuivre(Cu)** : il s'associe le plus souvent au Pb, Ag, Bi avec qu'il forme les points minéralisés multiéléments. Les teneurs en Cuivre sont entre 0,15% à 0,5%.
- **Plomb(Pb)** : les concentrations de plomb sont liées aux filons de quartz, les teneurs en plomb sont entre 0,02% à 0,1%.

II.4.4. Terre rare :

- **Zircon(Zr)** : il forme généralement des anomalies mono-élément, les teneurs en zircon sont entre 0,0015% à 0,005%.

CHAPITRE III :
SYSTÈME
D'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE

III.1. Introduction :

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

Les SIG couvrent un large gamme de domaines d'applications d'où de multiples définitions.

III.2. Définition de SIG :

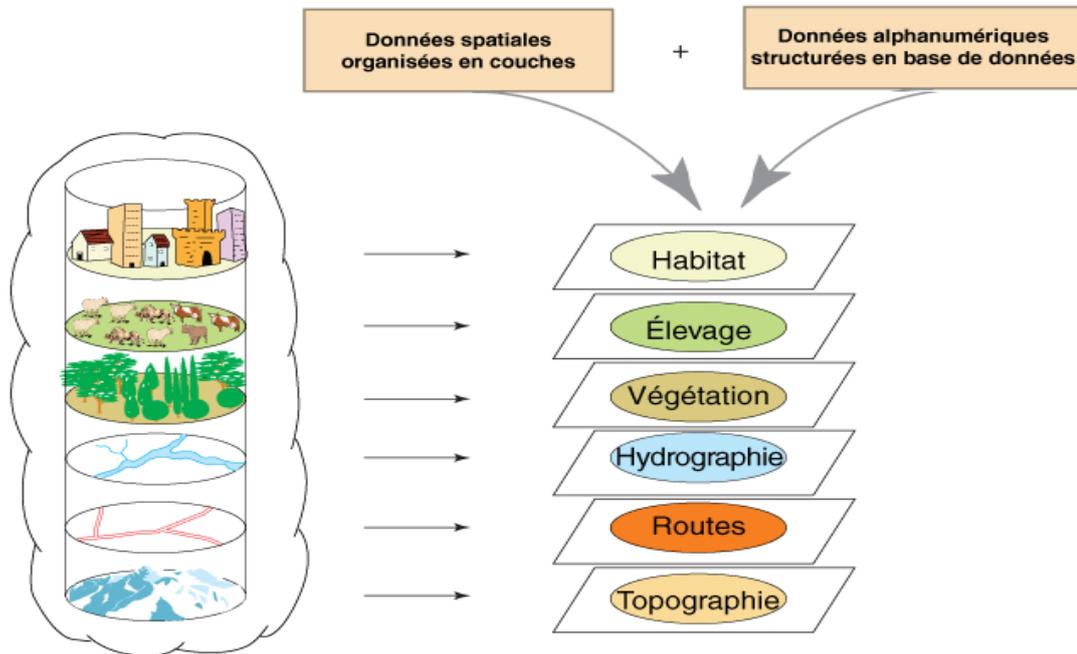
Un Système d'Information Géographique (SIG) est un système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées.

Les SIG permettent d'acquérir, de stocker, d'organiser, de gérer, de traiter et de restituer des données géographiques sous forme de plans et de cartes (cartographie intuitive et évolutive).

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.

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. Ces cadres Communs sont fixés régulièrement.

Structurer l'information géographique



Base de données géographique = ensemble de couches superposables

Figure 9: Base de données géographiques

III.3. Les composantes d'un SIG:

Un système d'information géographique est constitué de cinq (5) Composants majeurs, qui sont : (Fig 10) 1-Logiciels 2- Matériels 3- Données 4- Utilisateurs 5-Méthodes



Figure10: 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...)
- **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 fonction 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:**(Our spéciales)

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). Elle 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 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 représentation des données dans un SIG :

1) Mode raster:

Les données raster ont comme élément essentiel le pixel (Picture Élément). Elles proviennent soit d'un scannage d'une carte, soit d'une image numérique telle que les photos satellitaires (**Fig11**). Les pixels sont répartis dans un raster de façon régulière. 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.

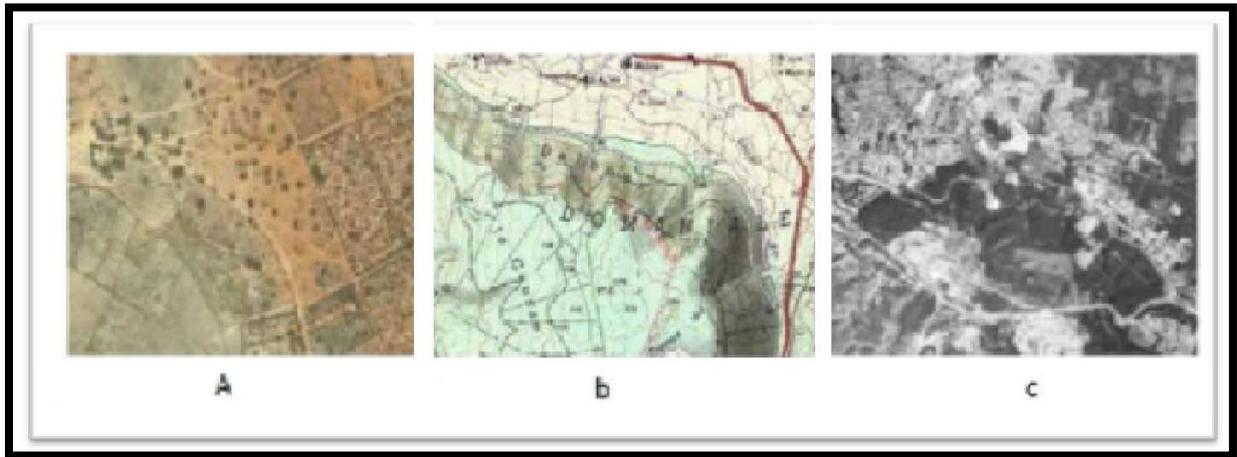


Figure 11: Exemple de quelques données Raster (a: image satellitaire, b: image scannée, c: ortho photo aérienne)(BONNET M.2012)

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 elle comme les points cotés.

✓ Les lignes:

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

✓ Les polygones:

Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols...

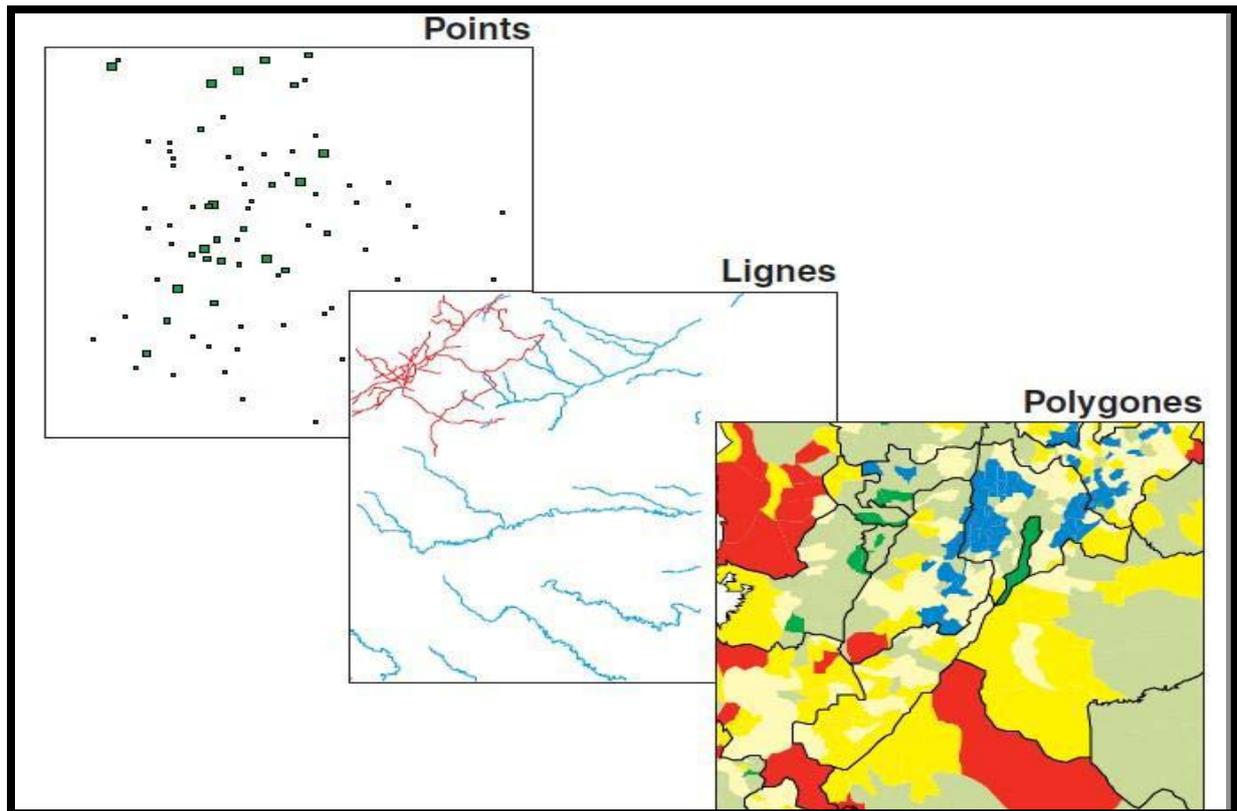


Figure 12: Exemple de données vecteurs

1) Comparaison des modes vecteurs et raster:

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 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 1**) [CLARMUNT G.1991 in OUHTIY].

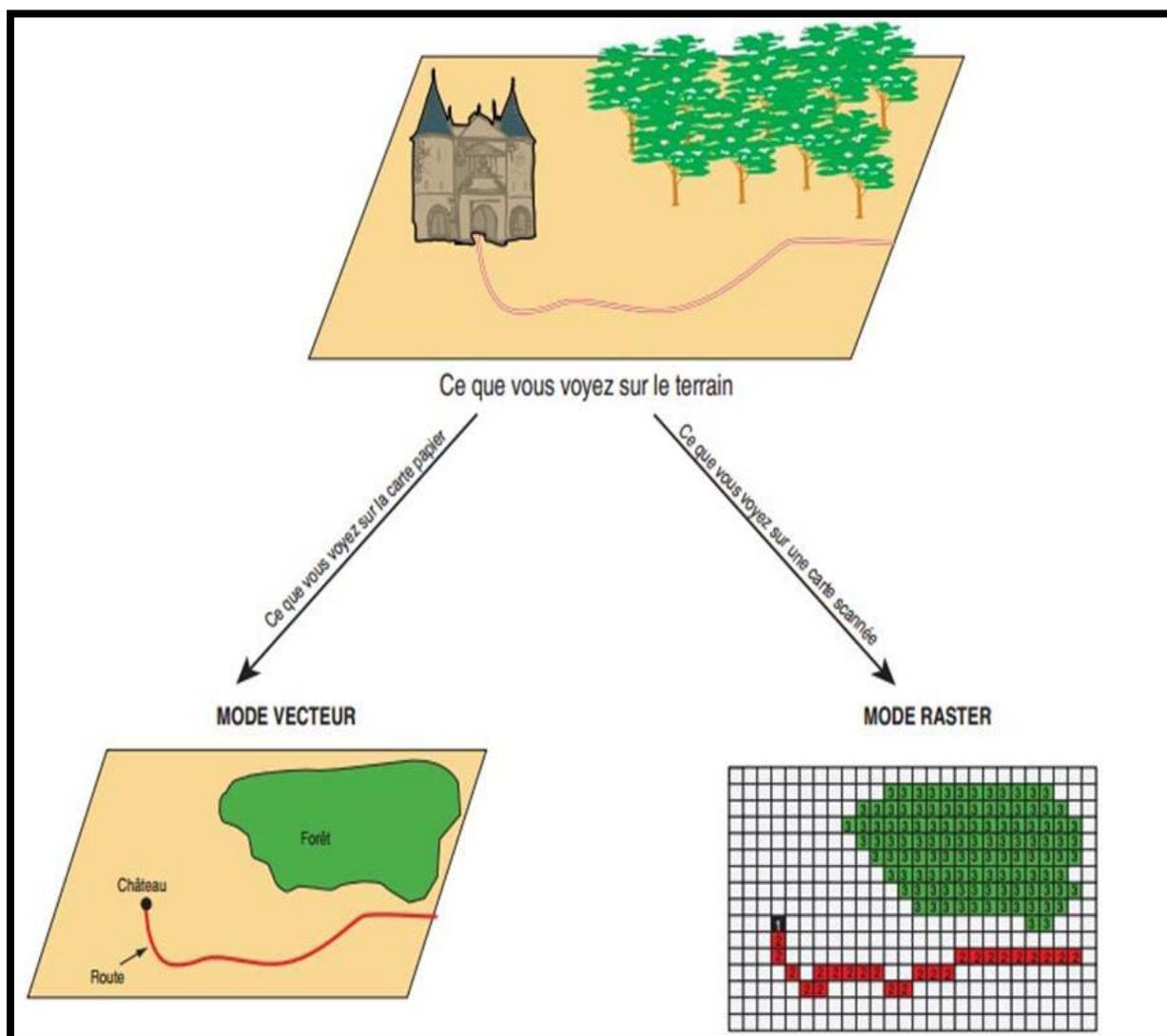


Figure 13: Mode de représentation de l'information géographique

	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 1: Avantages et inconvénients des deux modes raster et vecteur

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. Que nous permet de faire un SIG ?

Il nous permet de :

- ✓ Disposer les objets dans un système de référence géoréférencié.
- ✓ 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:

2) 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.

3) 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.

1) 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.

III.8. SIG SOUS ArcGIS :

2) Définition du logiciel Arc Gis :

ArcGIS est un logiciel permettant d'exploiter un système d'information géographique élaboré par ESRI, qui offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales.

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

3) Présentation du logiciel Arc GIS 10 :

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

a) Présentation de l'interface ArcMap :

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

ArcMap 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 (**Fig 14**) .

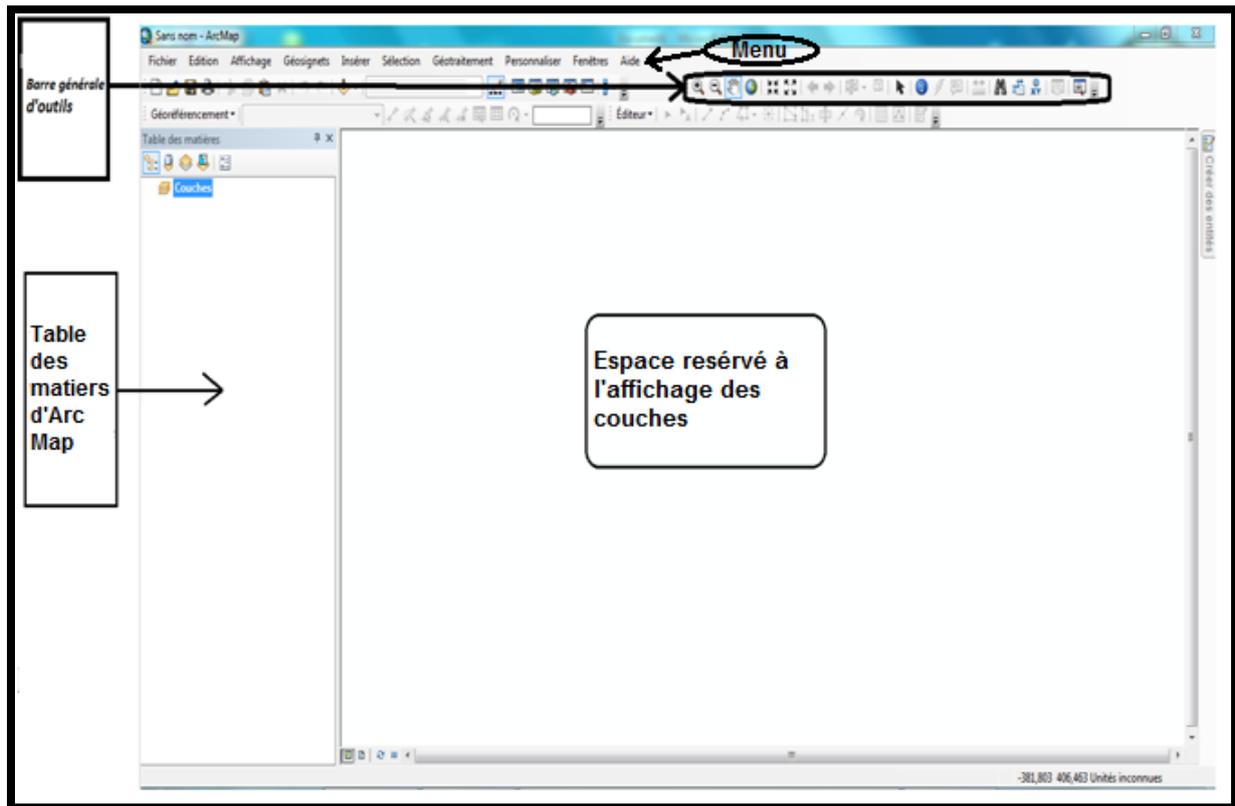


Figure 14: Présentation de fenêtre ArcMap

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) Présentation de l'interface 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.

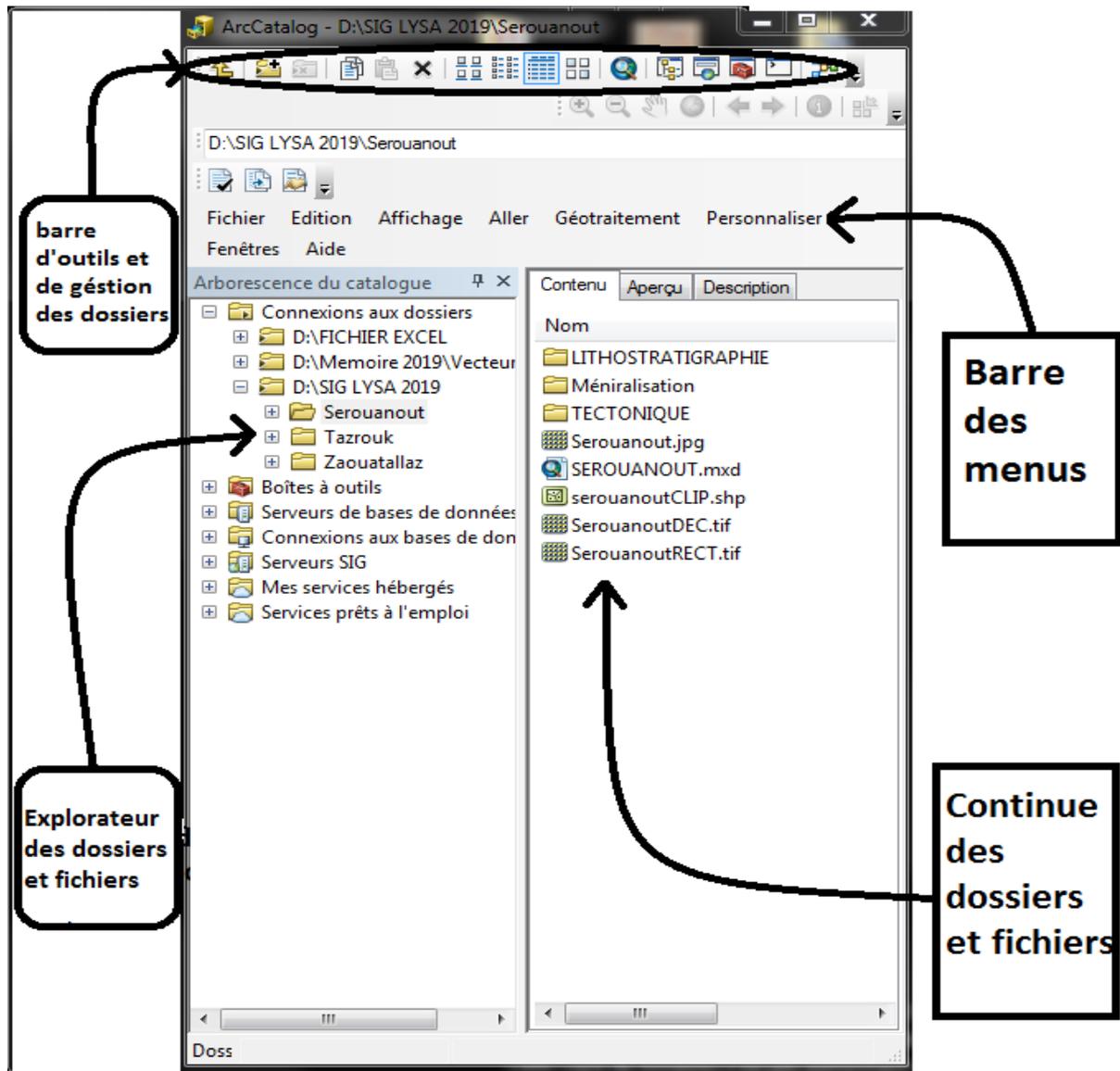


Figure 15: Présentation de la fenêtre ArcCatalog

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

- Créer de nouvelles données (couches/shapefiles, géodatabases...) où 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 16)

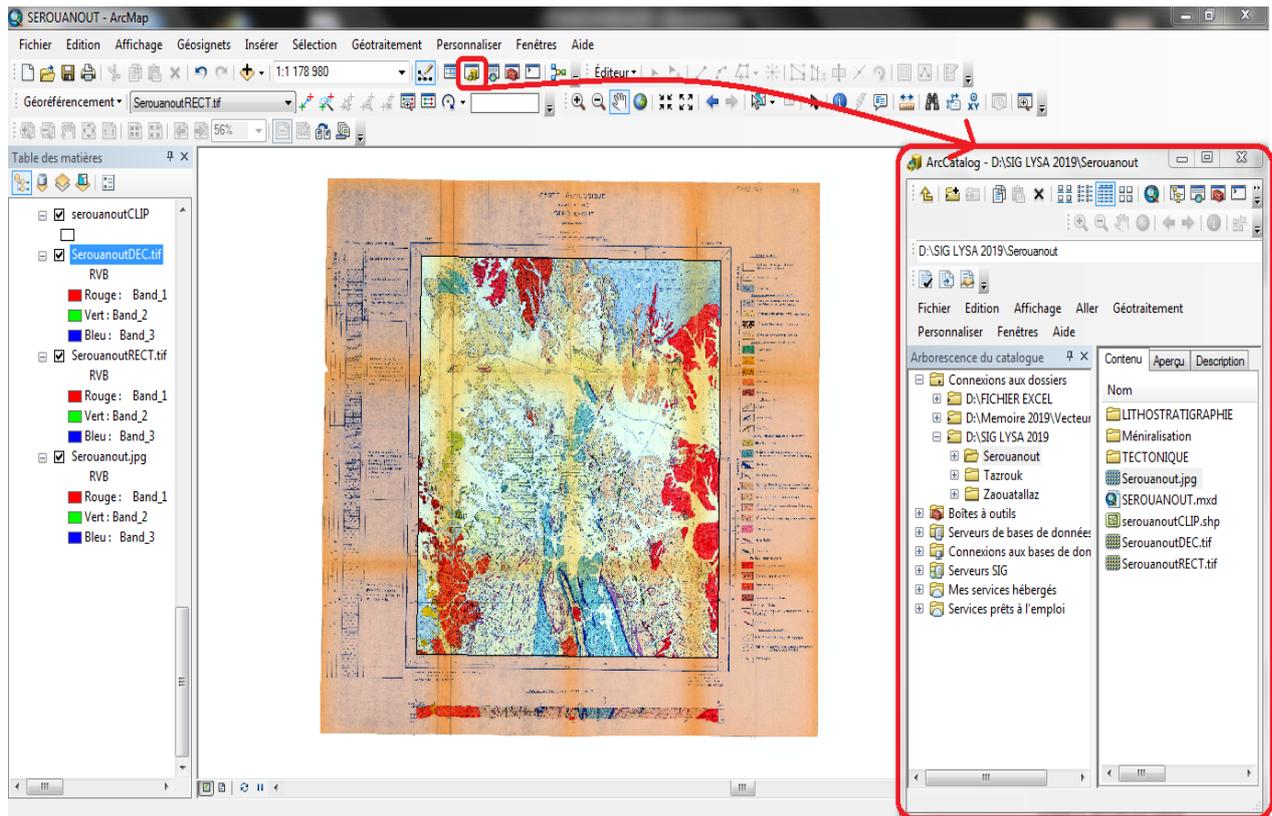


Figure 16: Fenêtre ArcCatalog au travers ArcMap

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.

CHAPITRE III SYSTEM D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

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

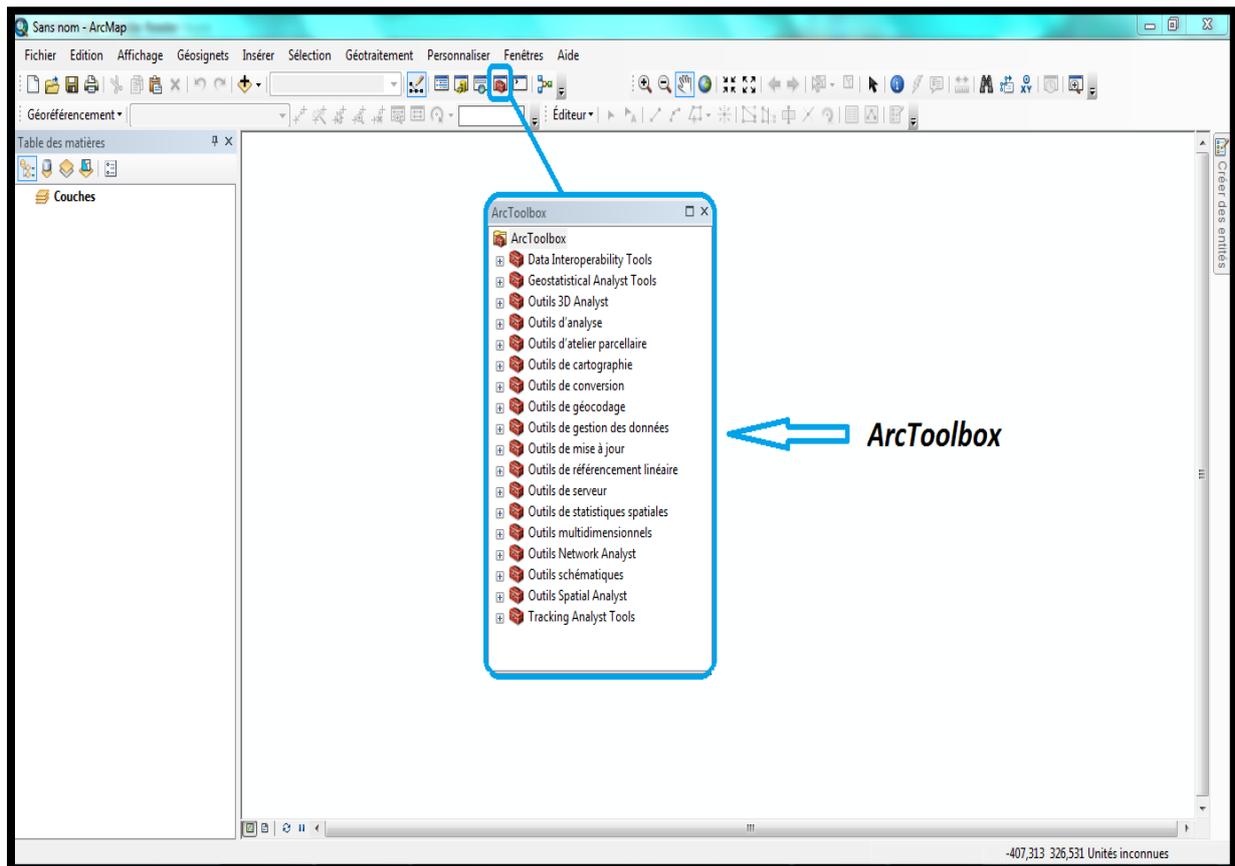


Figure 17: Fenêtre ArcToolBox

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 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 18**)

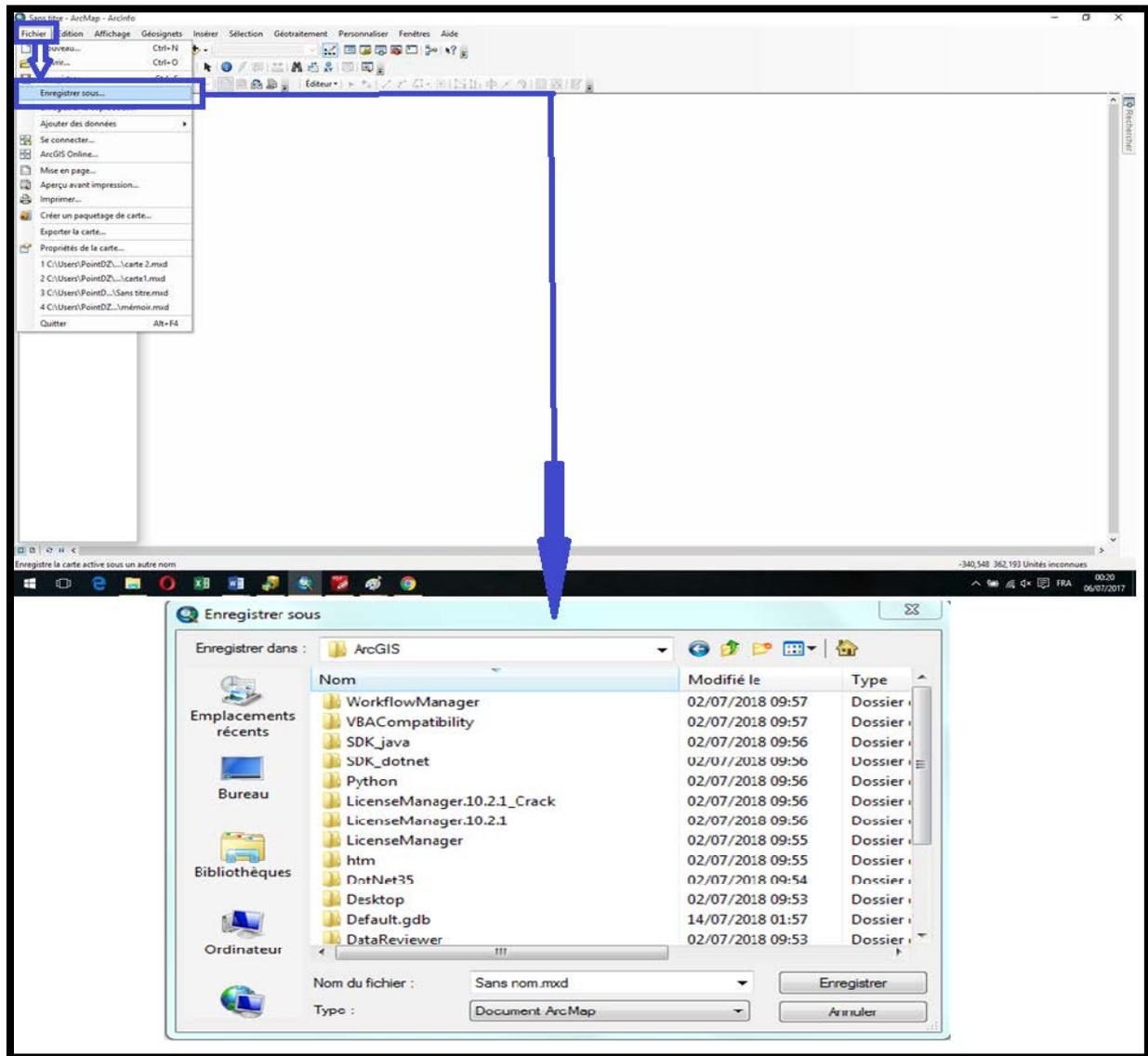


Figure 18: Fenêtre d'enregistrement du document ArcMap

Il est aussi possible d'enregistrer le « chemin relatif » des couches utilisées. (Fig 19). 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.

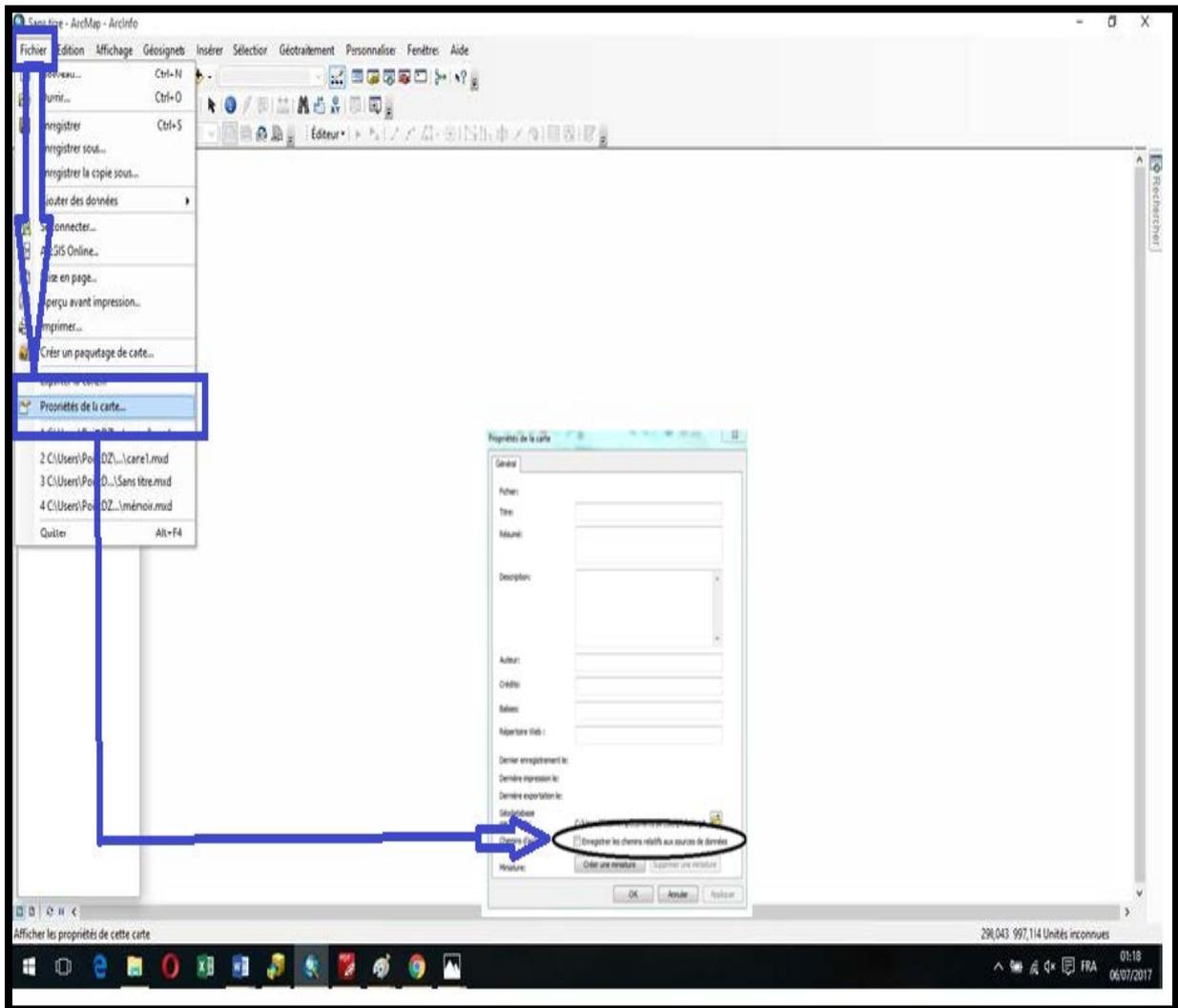


Figure 19: Fenêtre des propriétés de la carte

**CHAPITRE IV :
SIG APPLIQUÉ A LA
RÉGION D'ÉTUDE**

IV.1. Application à la région d'étude :

INTRODUCTION:

ArcGIS est un logiciel que nous avons utilisé dans ce travail à fin d'atteindre l'objet principal, qui est la cartographie SIG des cartes géologiques de la région de Tazrouk, Serouanout-Zaouatallaz. Ce travail a été fait à partir des images des cartes géologiques de l'ORGM numérisées.

La région d'étude Serouanout-Zaouatallaz est subdivisée en trois parties renferment 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.

Les données sur la minéralisation sont obtenues par compilation de nombreux rapports géologiques et thèses (Synthouk 1984...)

IV.1.1 Étapes suivies pour la réalisation du travail :

Rappels:

- **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 Coordinate 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.

CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

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 « Transverse Universelle de Mercator » ce système de coordonnées a 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.

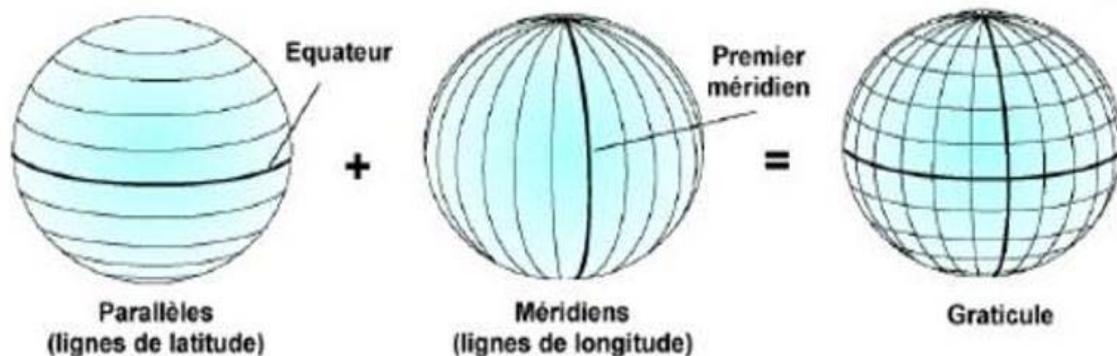


Figure20: Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.

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.

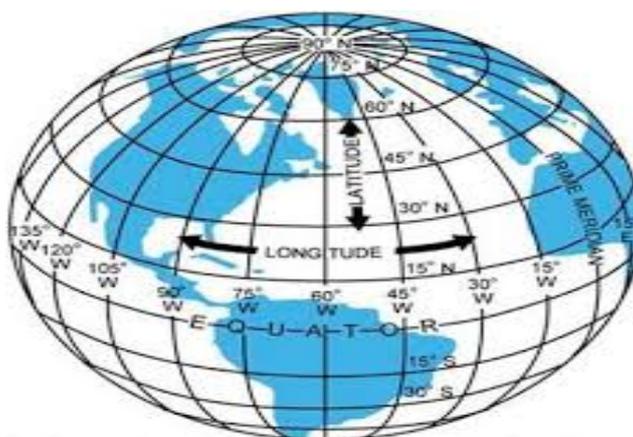


Figure21: Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude

- **Systèmes de coordonnées projetés :**

Un système de coordonnées projetées se définit sur une surface plane, a deux dimensions. Contrairement à un système de coordonnées géographiques, un système de coordonnées projetées possède des longueurs, des angles et des surfaces constants dans les deux dimensions. Un système de coordonnées projetées est toujours basé sur un système de coordonnées géographiques, lui-même basé sur une sphère ou un ellipsoïde.

La projection UTM découpe la terre en 60 fuseaux de 6° de part et d'autre de l'équateur. L'Algérie se situe en zone 31N, mais aussi 29,30 et 32.

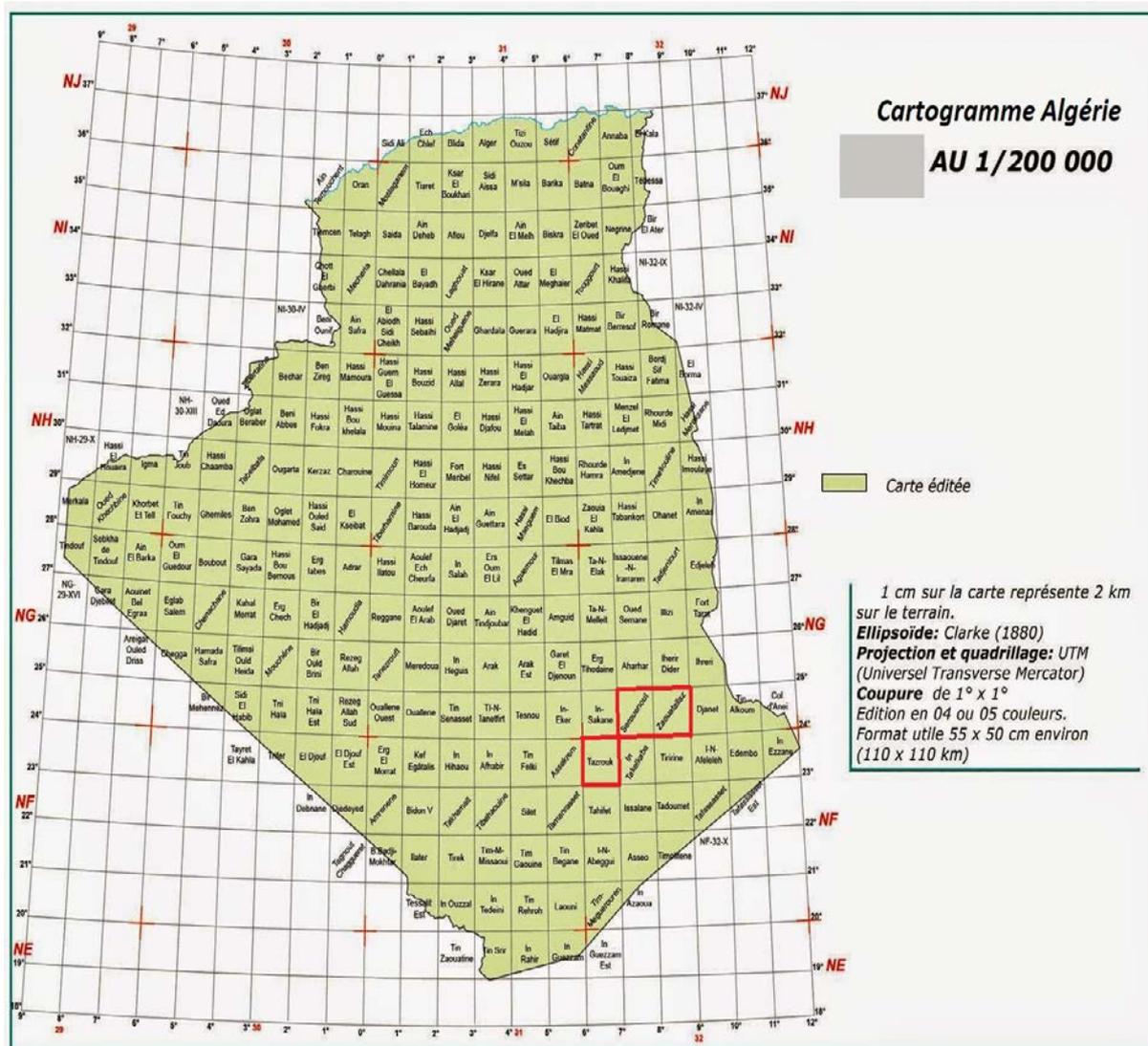


Figure 22: Fuseaux horaires de l'Algérie.

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 32.

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 connecté 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 âpre 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 apparait 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).

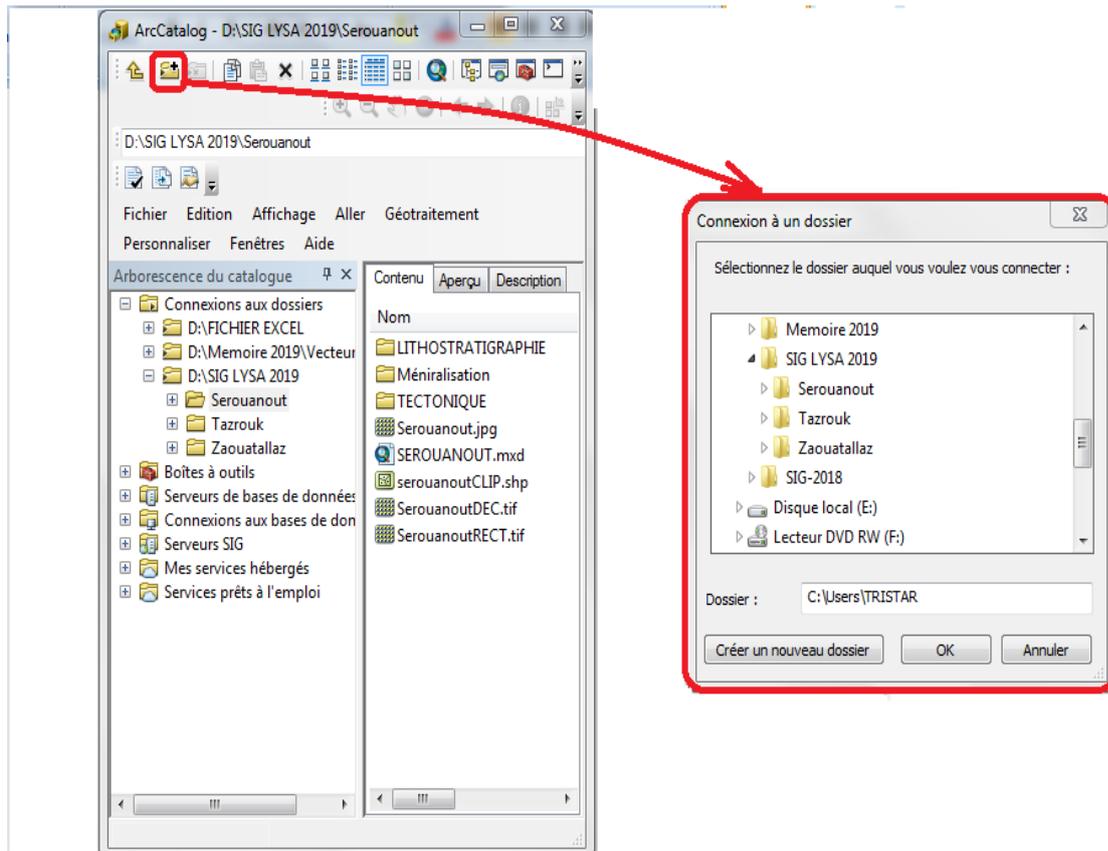


Figure 23: Une présentation d’interface d’ArcCatalog montrant icone connexion a un dossier.

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 classes dans la zone 32 (Nord Sahara 1959UTM Zone 32N) Dans ArcCatalog :

- Clique droit 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 APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

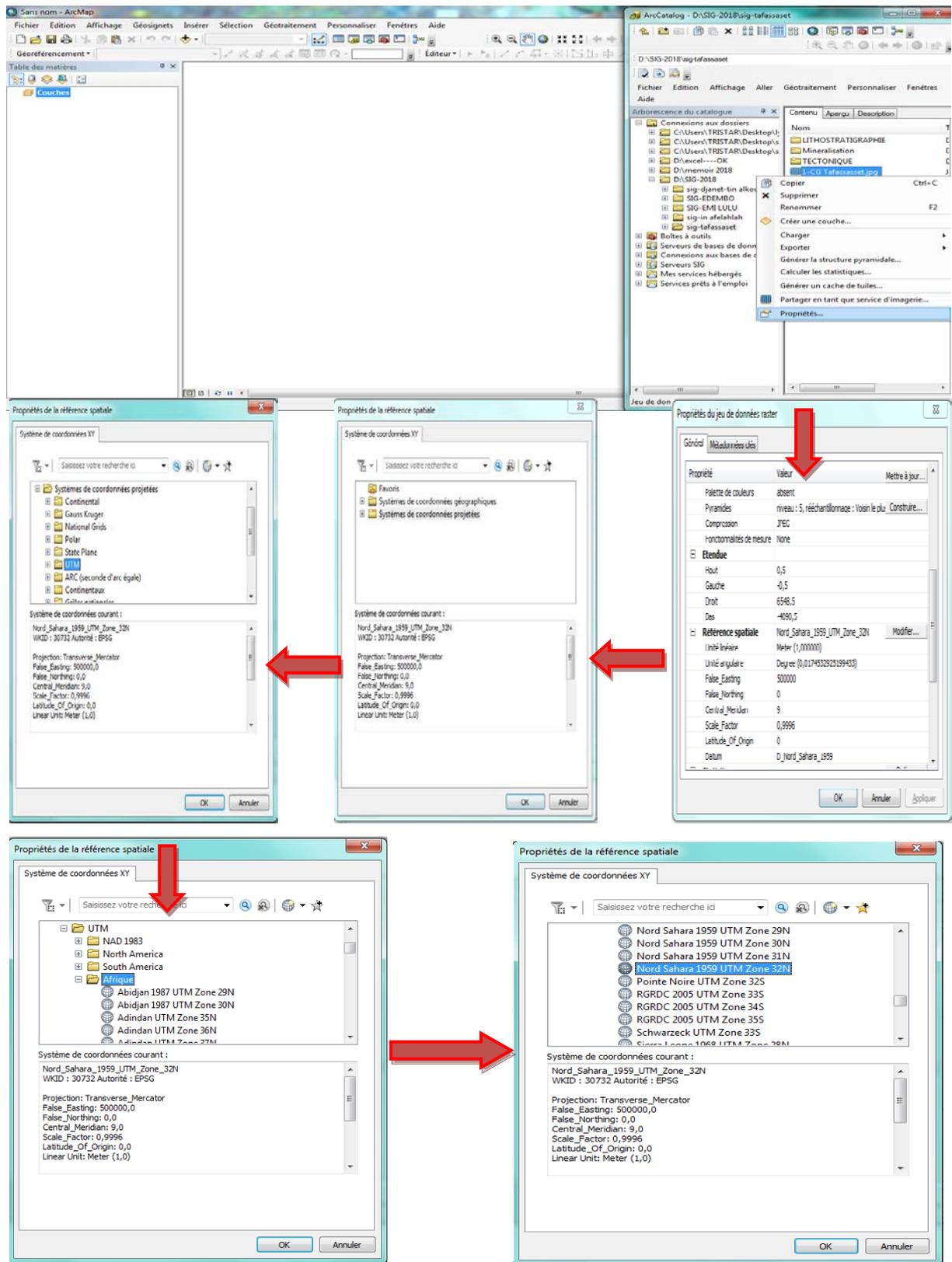


Figure24: la propriété de la référence spatiale dans ArcCatalog

➤ **Choix du même système de coordonnées dans ArcMap :**

A Gauche apparait le dossier « Couches »

Clique droite sur couche → Propriétés → Système de coordonnées →

Projected Coordinate system → UTM → Africa → Nord Sahara 1959UTM Zone 32N
→ Appliquer → OK. (Fig 25)

Après cette étape d'attribution la référence spatiale, On déposer 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.

CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

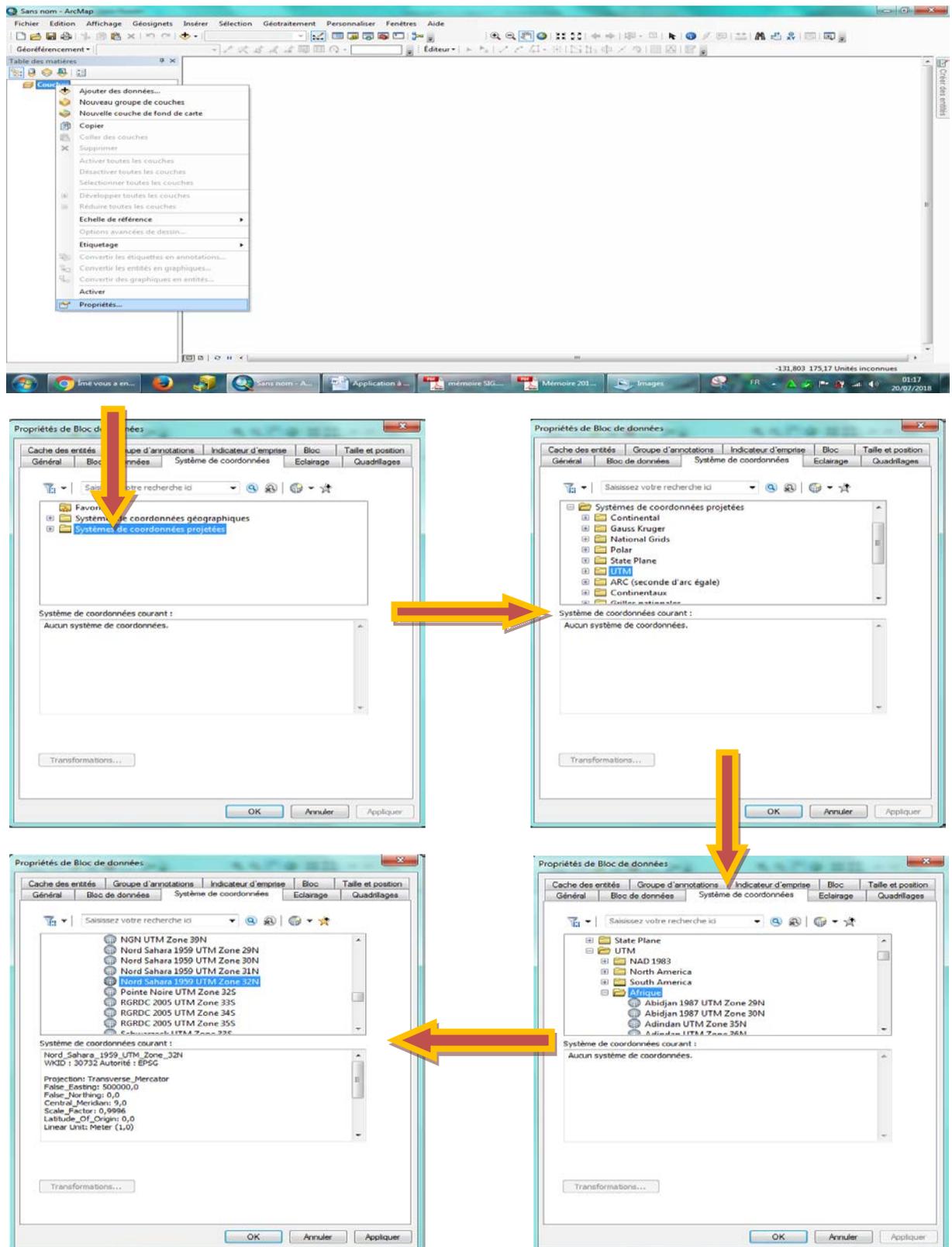


Figure25: la propriété de la référence spatiale dans ArcMap

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 26**). Ces points sont ajoutés par l'ordre, dans le sens des aiguilles d'une montre.

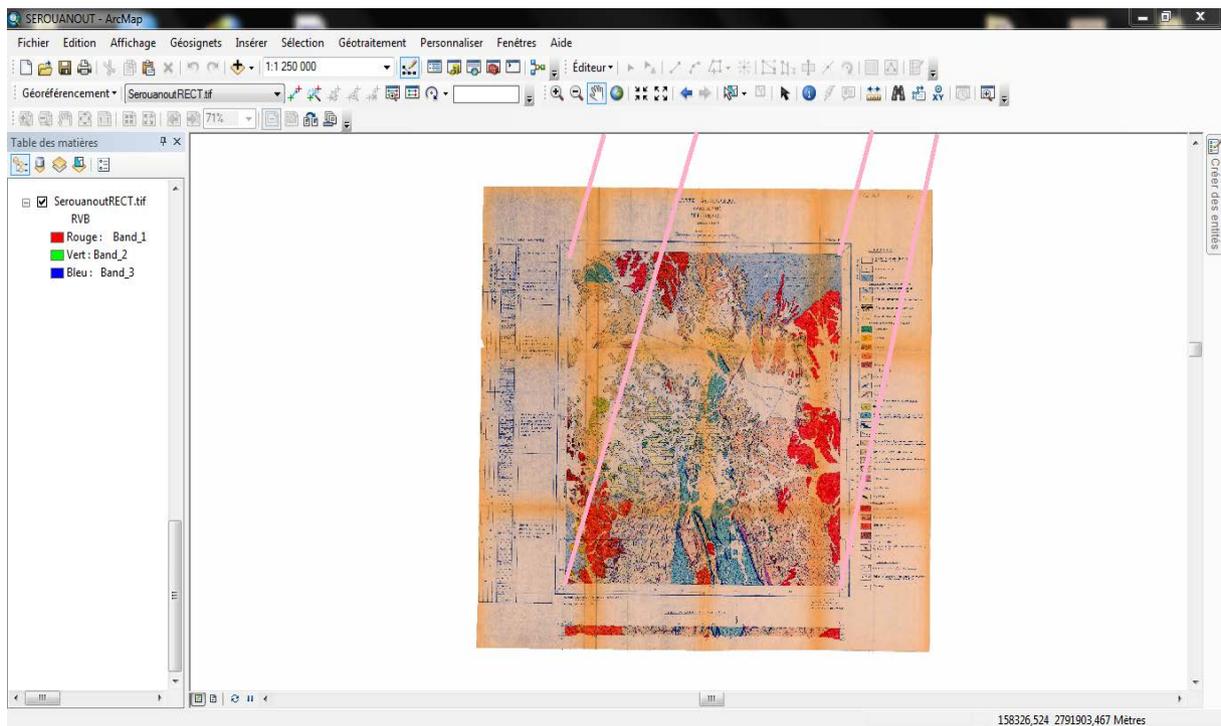


Figure 26: Géoréférencement de la carte géologique

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.(**Fig 27**).

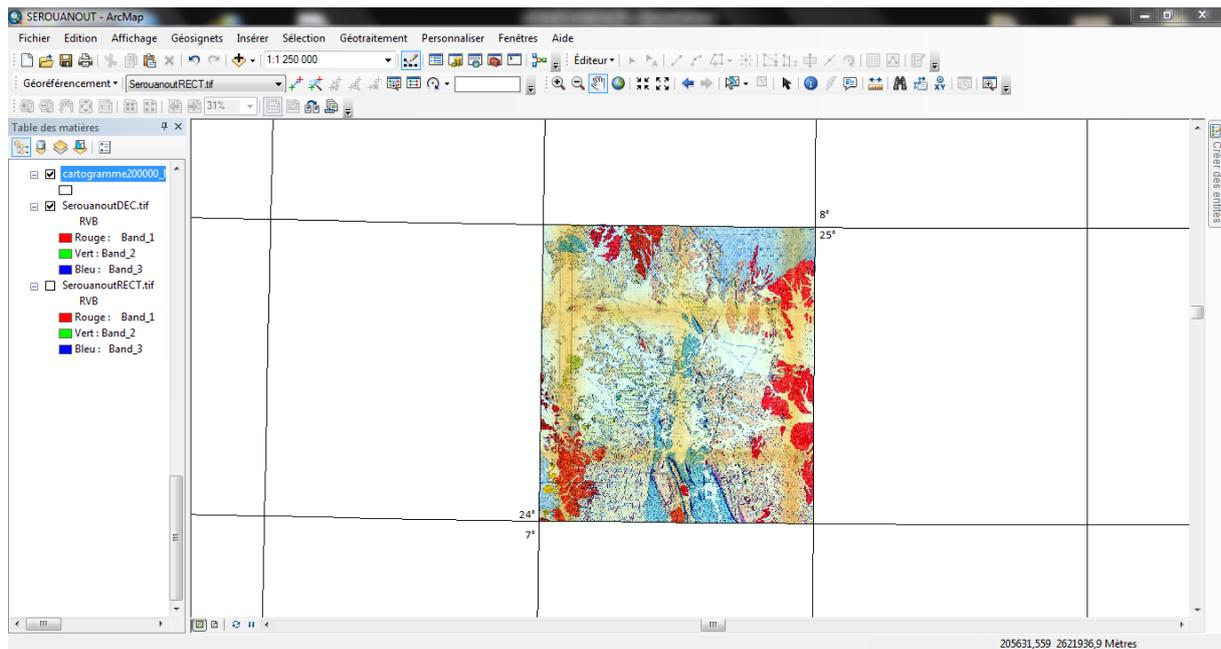


Figure 27: Découpage de la carte géologique

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 diffèrent selon les types d’objet à vectorisés :

- ✓ Une faille par un trait (ligne)
- ✓ Une formation géologique affleure 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 Choisi le système de coordonnées adéquat.
- ✓ Ouvrir ArcCatalog et on cherche la carte raster qu’on veut vectorisée.

CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

✓ 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.

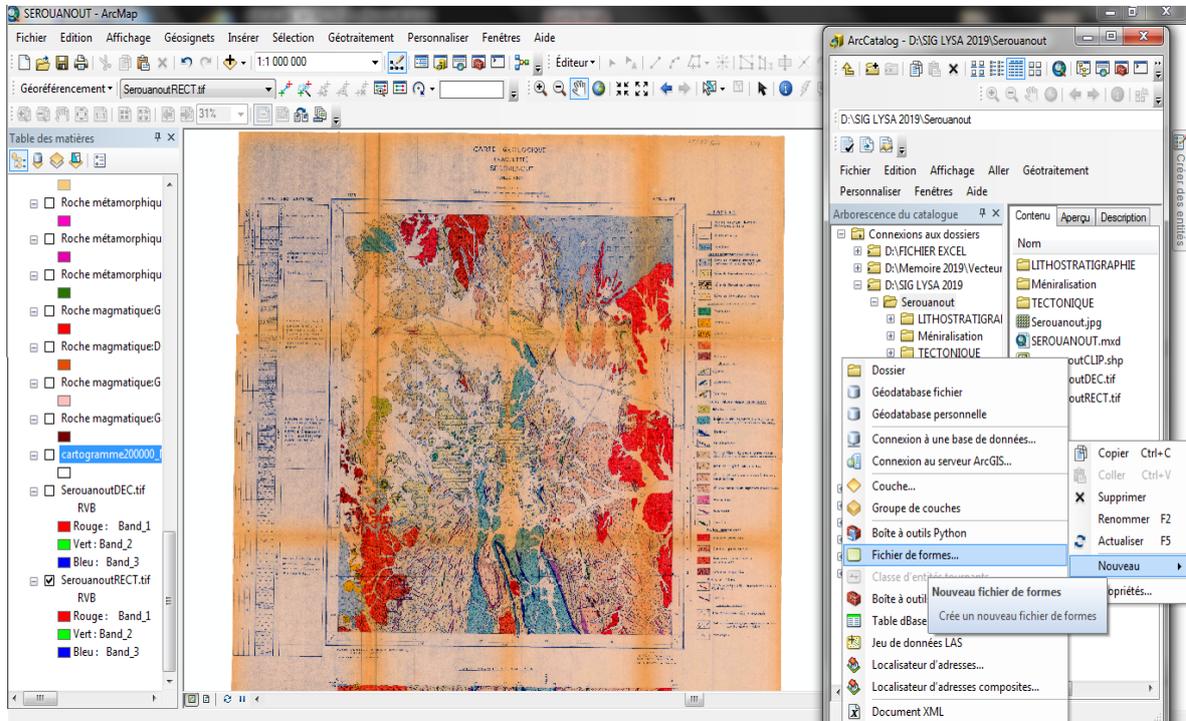


Figure28: Ouvrir un nouveau fichier de formes

- 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.

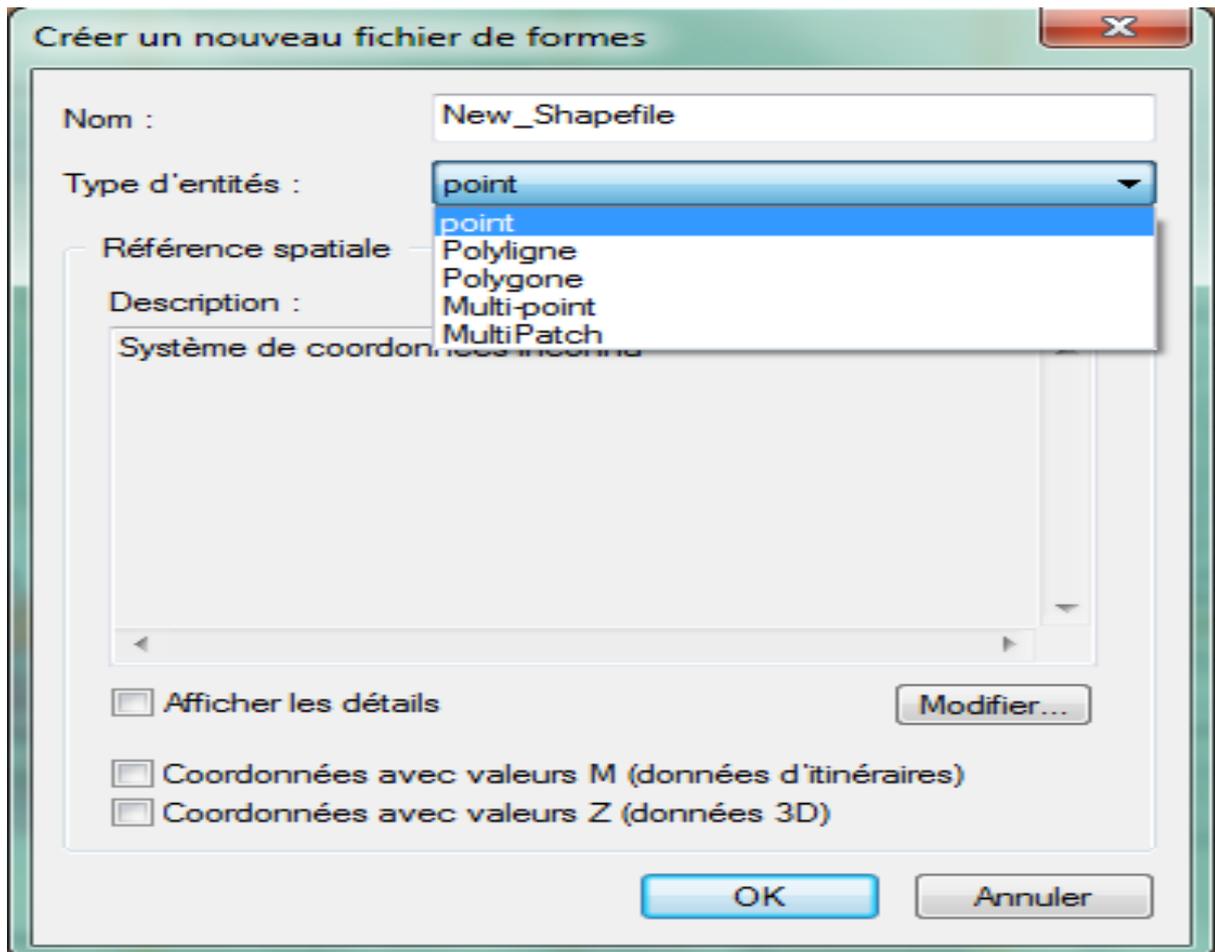


Figure29: Fenêtre de fichier de forme

▪ La vectorisation

- ✓ On commence la vectorisation par l'activation de la barre d'outil *éditeur*.
- ✓ Un clic droit sur le blanc de la barre d'outil ArcMap et on va cocher Éditeur l'outil apparait et on va le mettre dans la barre d'outil ArcMap.
- ✓ Aller à "Éditeur" et ouvrir une session de mise à jour et on prend l'outil segment et vectorisé l'entité polygonal voulue.
- ✓ On commence à dessiner (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).
- ✓ 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-clique.

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

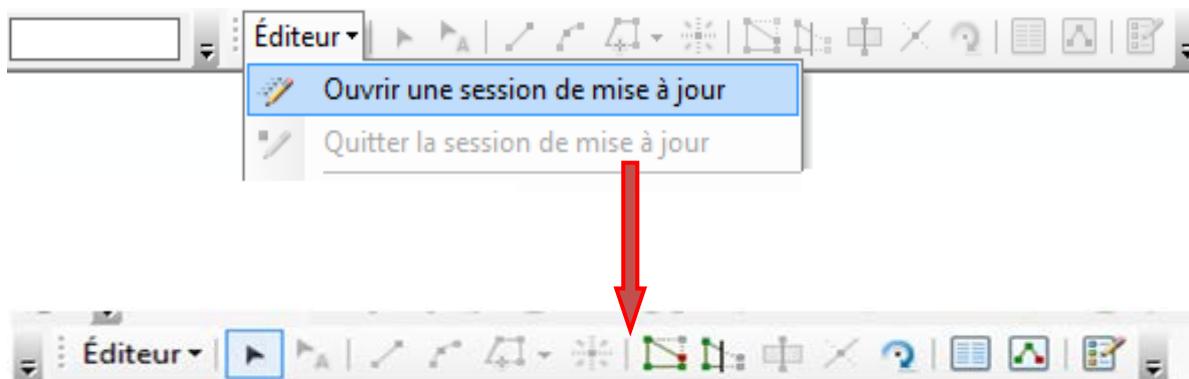


Figure30: Outil Éditeur

IV.2 La vectorisation des formations géologique :

IV.2.1 Vectorisation de l'information surfacique (Polygone) :

Lithostratigraphie :

Pour l'application de 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 à vectorisés, correspondant à la référence spatiale de la région de la carte (Sérouanout).

exemple : la vectorisation de l'information lithologique (Quaternaire (**Fig 31**) et Crétacé + antécambrien (**Fig 32**) de la Feuille Sérouanout)

En procédant de la même manière pour toutes les entités lithologiques qui constituent la région d'étude, nous avons obtenu les 27 formations lithologiques, ont été transformés en couches d'informations vectorielles (**Fig 29**) dans les feuilles SEROUANOUT, TAZROUK , ZAOUATALLAZ .

Et tous ce travail se fera pour tous les Trois cartes qu'en a :

- La Feuille Sérouanout
- La Feuille Zaouatellaz
- La Feuille Tazrouk

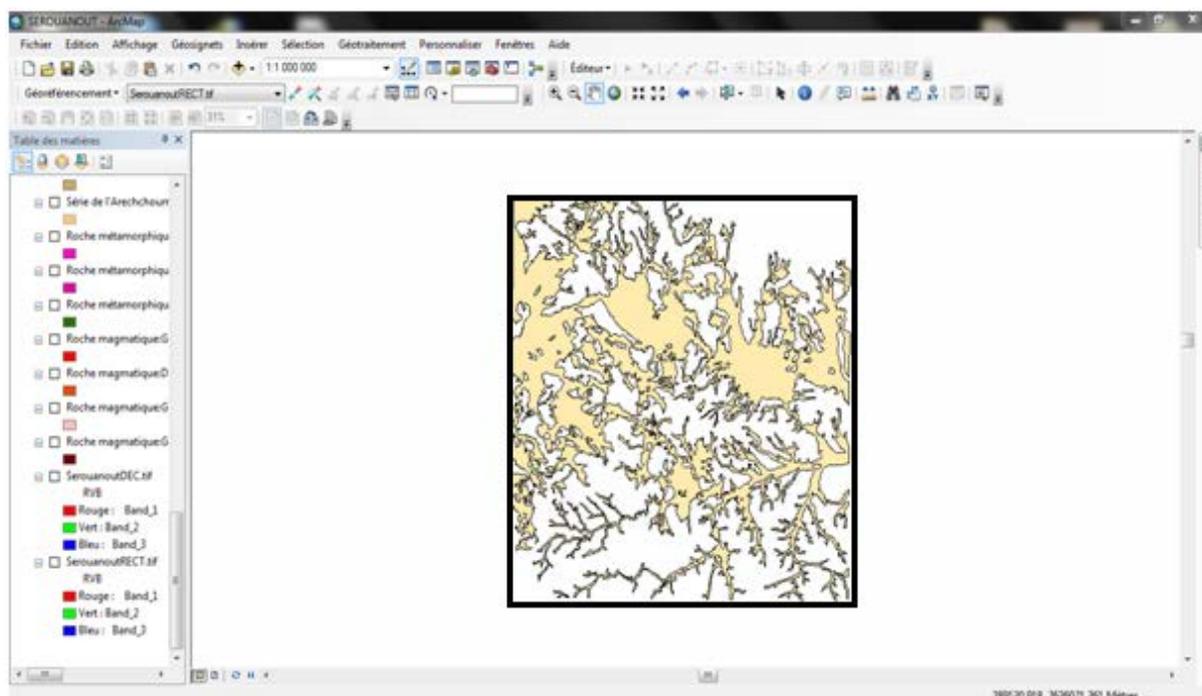


Figure31: Présentation du Quaternaire (sable alluvien) vectorisé de la feuille Sérrouanout

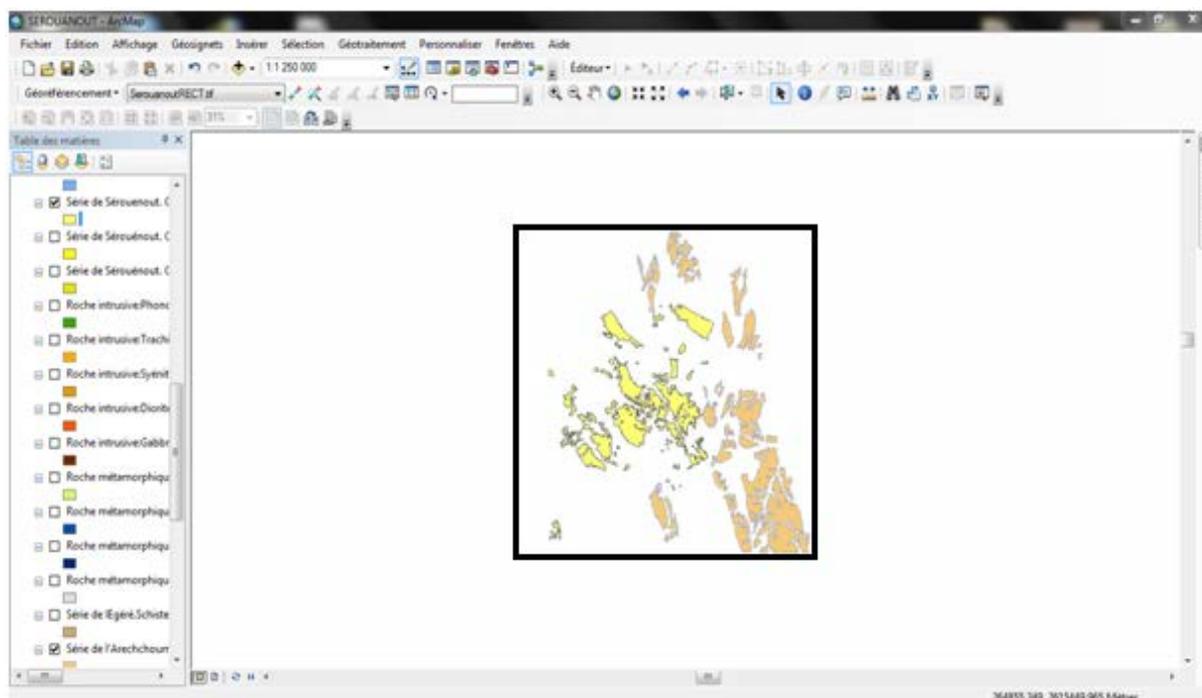


Figure32: Présentation de Crétacé+Antécambrien vectorisé de la feuille Sérrouanout

CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

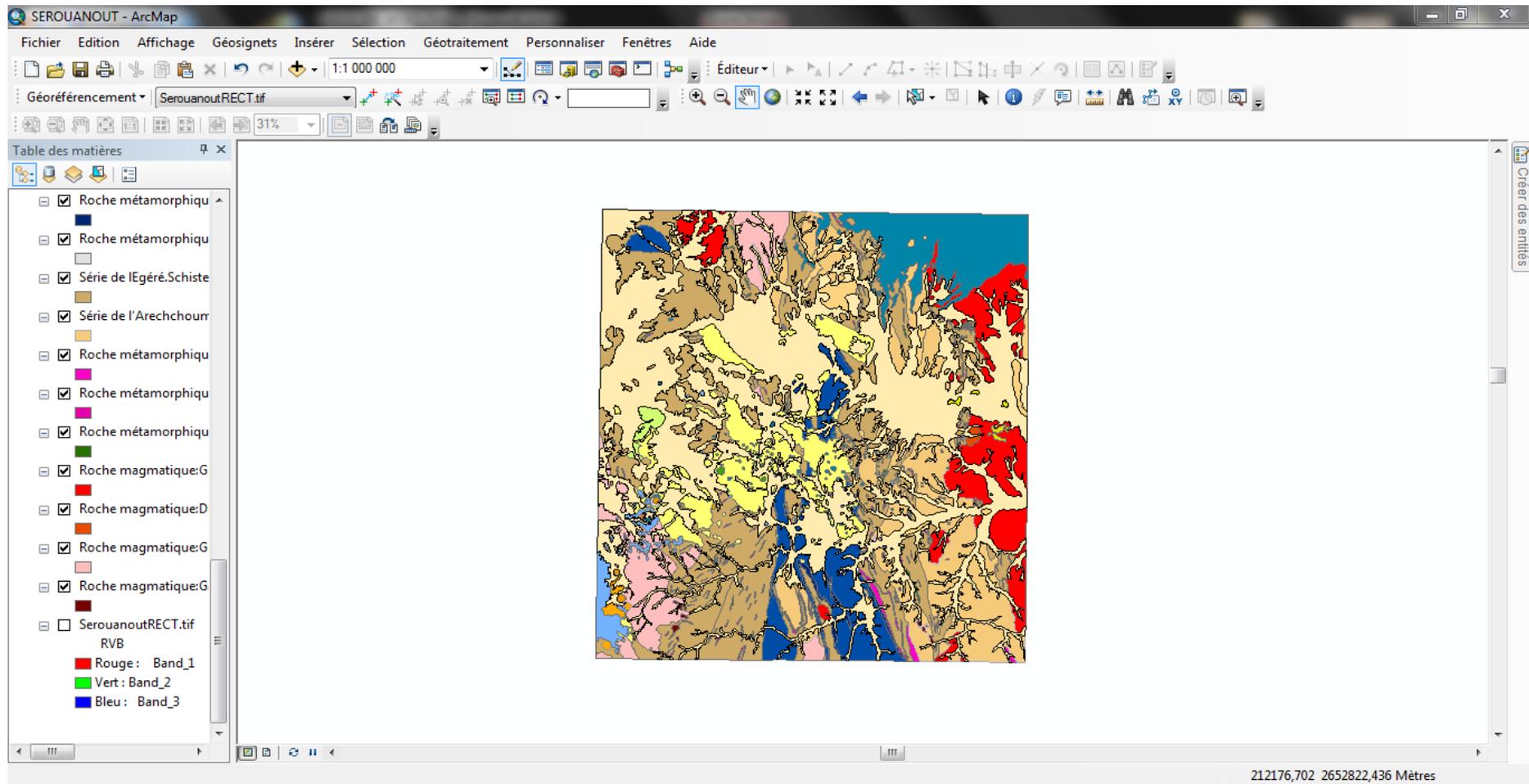


Figure33: Présentation de l'information lithologique vectorisée de la feuille Sérrouanout

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.

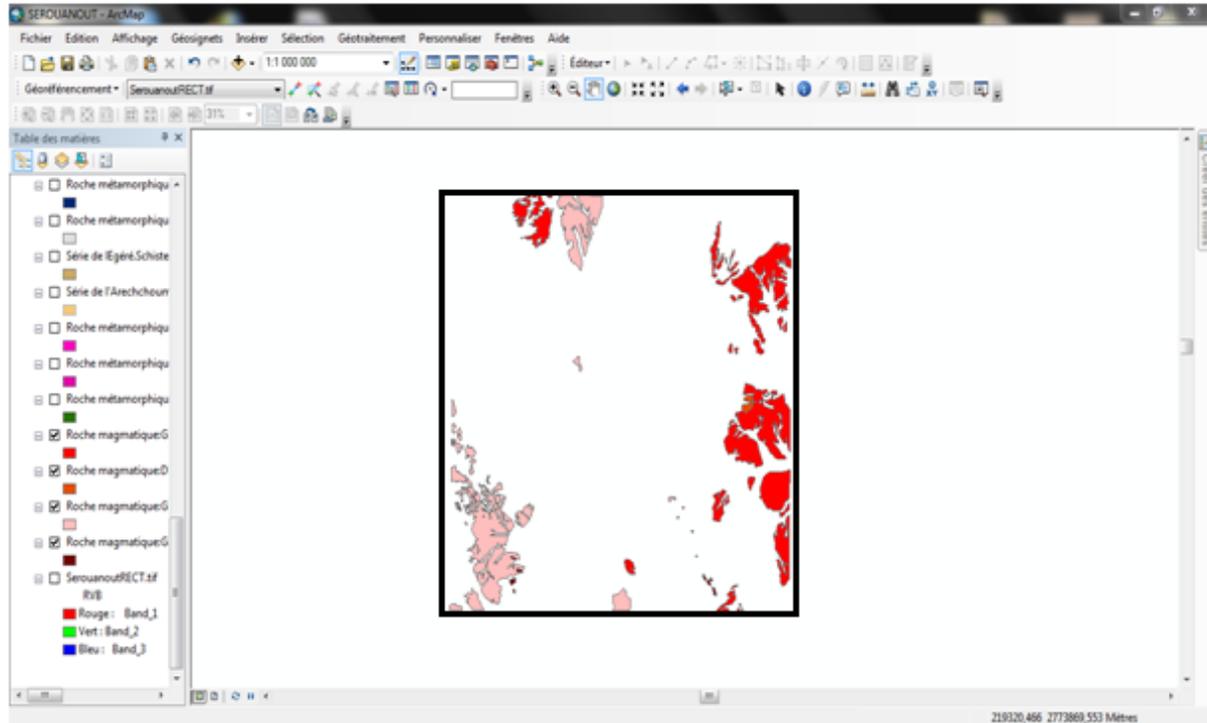


Figure34: Vectorisation des formations magmatisme de la feuille Sérouanout

IV.2.2 Vectorisation l'information linéaire (Polyligne) :

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 cataclase.

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

- Failles principales : certaines, supposées et dissimulées sous les dépôts meubles.
- Failles secondaires : certaines, supposées et dissimulées sous les dépôts meubles.
- Diaclase

Le résultat est montré sur **(Fig 35)**.

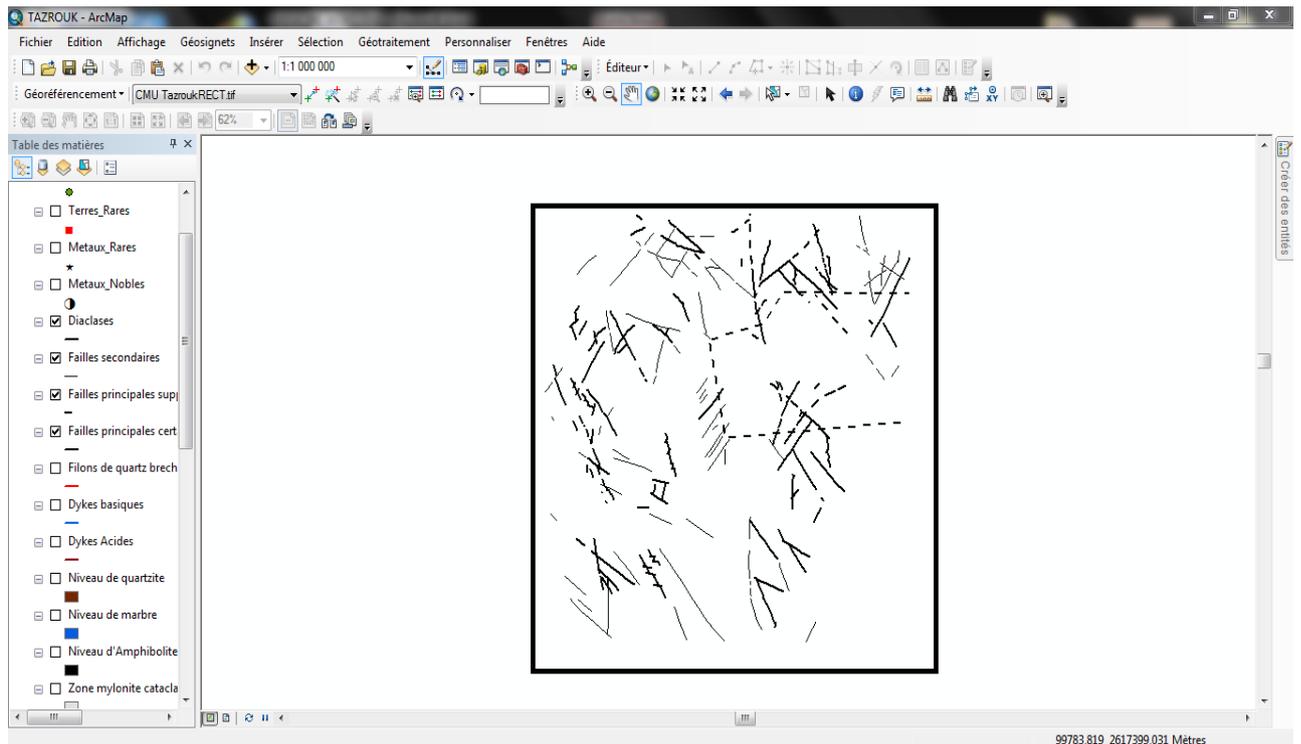


Figure35: Présentation des différentes failles vectorisées de la feuille Tazrouk

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 35**).

CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

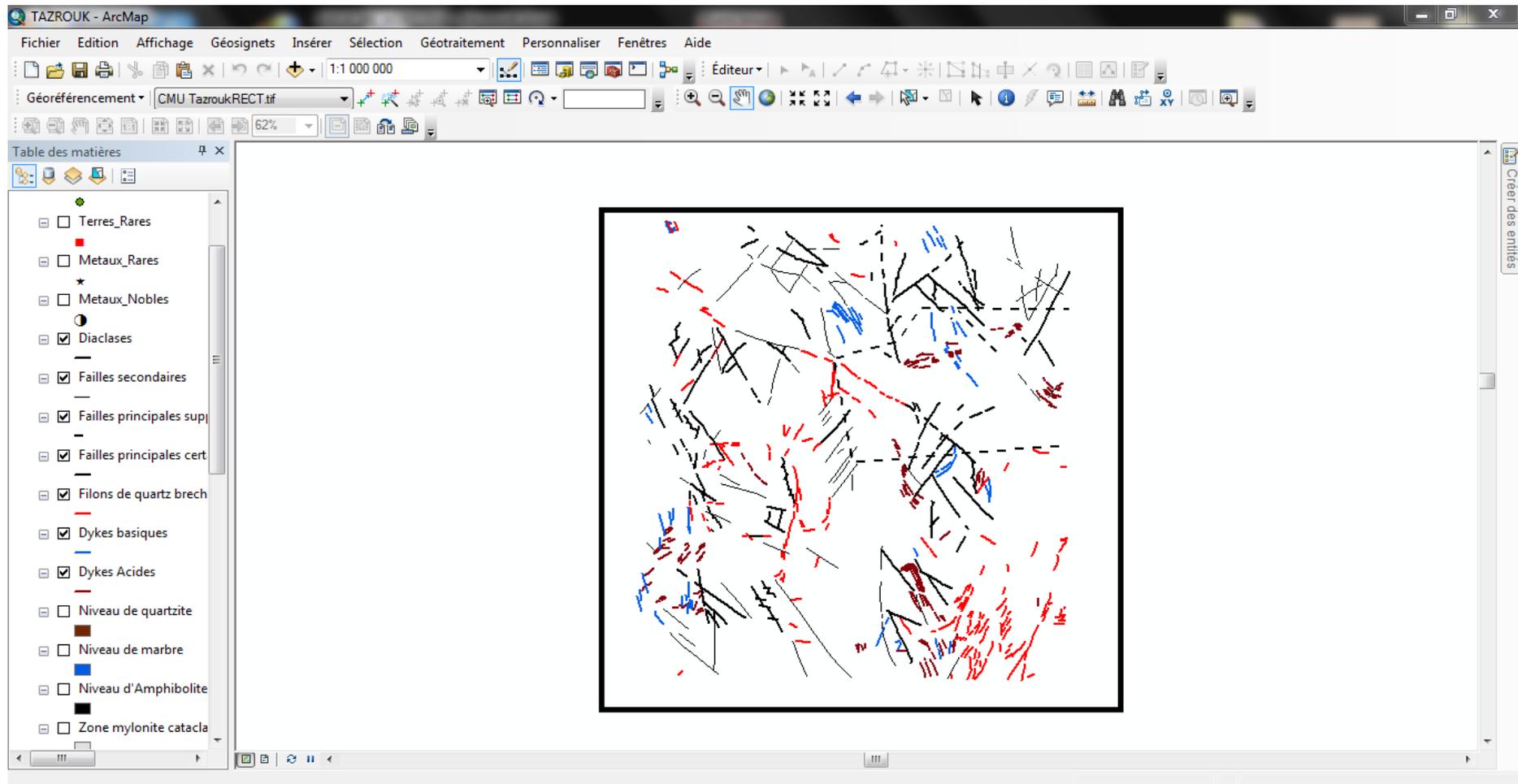


Figure36: Présentation des l'information linéaire vectorisée de la feuille Tazrouk

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

- Dans cette étape il a fallu d'abord préparer un fichier Excel dans lequel sont mentionnés les positions géographiques des différentes minéralisations de la région d'étude.
- La préparation consiste d'abord à rassembler tous les documents qui sont des annexes des cartes inventaires des gites métallifères du Hoggar.
- Ces documents annexes aux différents rapports de recherches systématiques et levé géologique réalisées dans la région d'étude se présentent sous formes de tableaux spécifique (**Fig 36**) qui sont en suite transformé en fichier Excel (**Fig 38**) ce qui représente un travail colossal de synthèse géologique.
- 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.

- 21 -

Feuille NG-32-II

N° sur la carte au 1/500.000	N° de l'auteur	Coordonnées	Elément utile principal	Description sommaire, nombre d'échantillons, minéralisés y compris, minéralisations, dosages chimique et spectral. Auteur du rapport (année de la mise au point), n° de l'EREM
1	2	3	4	5
64 P.m.	36	24°59'00" 7°15'00"	Béryllium	Granites à grain moyen silicifiés de Tasselilina. À partir du centre le massif est constitué de: 1. Granites à grain fin; 2. Granites à grain moyen; 3. Granite porphyroïde noir; 4. Granite à grain rose. Le massif présente une structure annulaire. Résultats du dosage de 2 éch. composites prélevés au marteau: 0,03% Be; 0,015 à 0,02% W . Rapport n° 318.
65 A.g.	I	24°59'27" 7°27'01"	Tantale	Filon de quartz à tourmaline dans les gneiss à muscovite. L'épaisseur du filon atteint 0,2 m. L'échantillonnage au marteau a concerné le liséré de greisen au contact du filon. Teneur décelée à l'issue du dosage spectral: 0,003% de tantale . Rapport n° 291.
66 A.g.	2	24°59'27" 7°28'13"	Tantale	Gneiss à muscovite du Sugarien, ayant subi une feldspathisation potassique. Résultats du dosage spectral d'un échantillon prélevé au marteau: 0,003% Ta; 0,03% Pb . Rapport n° 291.
67 A.g.	9	24°55'44" 7°00'22"	Tantale	Filonnets de quartz épais de 5-10 cm, bordés de greisen, logés dans les schistes cristallins. Teneurs obtenues à la suite du dosage de 2 échantillons prélevés au marteau: 0,003% Ta (1 éch.); 0,003-0,02% Bi (1 éch.). Rapport n° 291.

Figure37: Exemple de catalogues des minéralisations (Document original établie par Y.A. SINTCHOUK)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Numéro	Type de gîte				Y			X		element osnt	element seco
2	1	PM	24	59	0	24,98333	7	15	0	7,25000	Be	W
3	2	AG	24	59	27	24,99083	7	27	1	7,45028	Ta	
4	3	AG	24	59	27	24,99083	7	28	13	7,47028	Ta	Pb
5	4	AG	24	55	44	24,92889	7	0	22	7,00611	Ta	Bi
6	5	AG	24	57	35	24,95972	7	13	6	7,21833	Sn	Mo,Bi
7	6	AG	24	57	6	24,95167	7	12	54	7,21500	Sn,W	Mo,Li
8	7	AG	24	56	30	24,94167	7	11	6	7,18500	Sn	
9	8	AG	24	55	45	24,92917	7	10	57	7,18250	W	
10	9	AG	24	54	58	24,91611	7	11	40	7,19444	Mo	
11	10	AG	24	54	5	24,90139	7	13	6	7,21833	Mo	
12	11	AG	24	53	52	24,89778	7	13	27	7,22417	Mo	Zn,Pb

Figure38: Exemple de Fiche Excel (Document fais partie de la base de données SIG)

- Après la préparation des fichiers Excel, il est intégré dans ArcMap suivant les méthodes propres et finale les points de localisation géographiques de chaque élément principal sont 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 la minéralisation 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 ces étapes :

Fichier → Ajouter des données → Ajouter des données XY... →
choisir la table → modifier la référence spatial en choisissant «Geographic Coordinate
Systems → World → WGS1984.prj ».

✚ La minéralisation a été subdivisée en deux groupes principaux :

- Selon le type du gîte on peut citer : (Fig 38) (Fig 39)
 - ✓ Anomalies Géochimiques (AG)
 - ✓ Anomalies Minéralogiques (AM)
 - ✓ Points Minéralisé (PM)
 - ✓ Indice (IND)
- Selon les éléments principaux on peut citer : (Fig 40) (Fig 41)
 - ✓ Métaux Nobles : Au , Ag
 - ✓ Métaux Rares : Sn , W , Be , Li , Ta , Nb , Mo , Y
 - ✓ Platinoïde : Pt , Cr , Ni , Co
 - ✓ Polymétaux : Cu , Pb , Zn

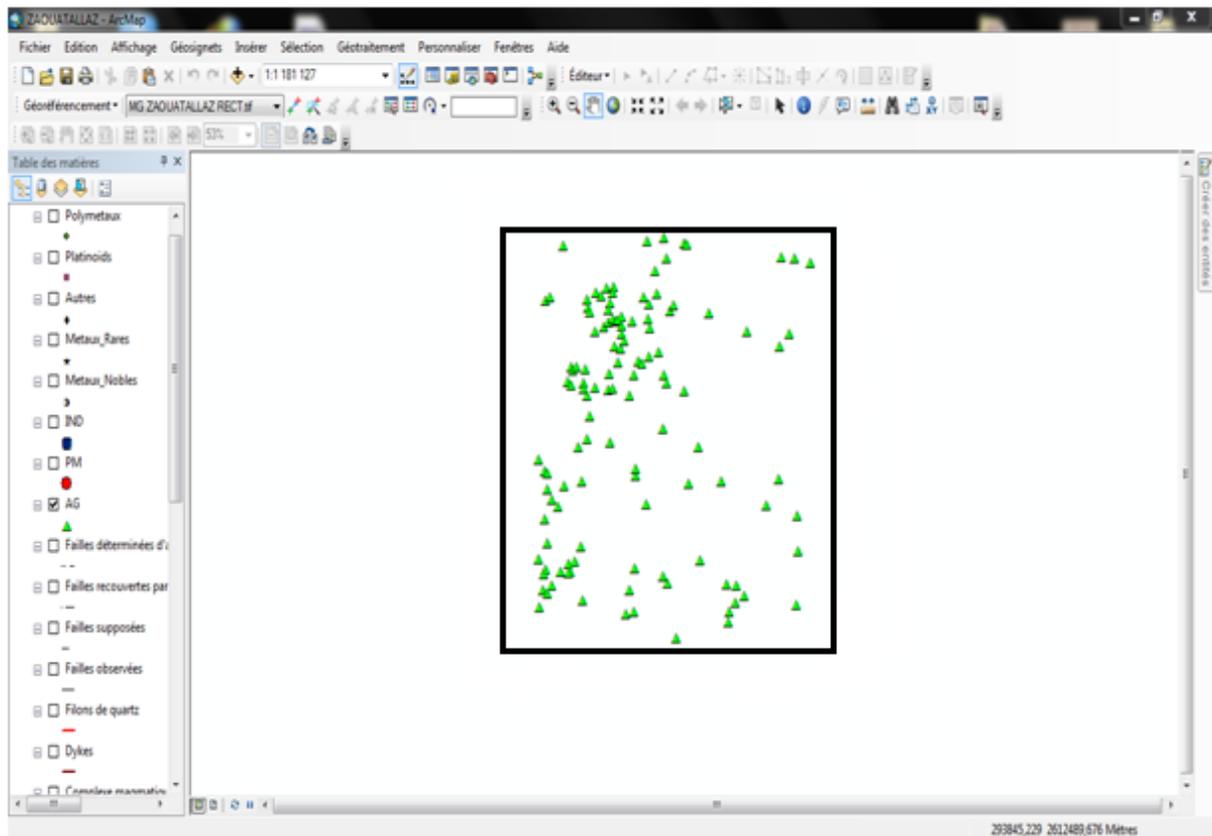


Figure39: Vectorisation de la couche «Anomalie Géochimiques» de la feuille Zaouatallaz

CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

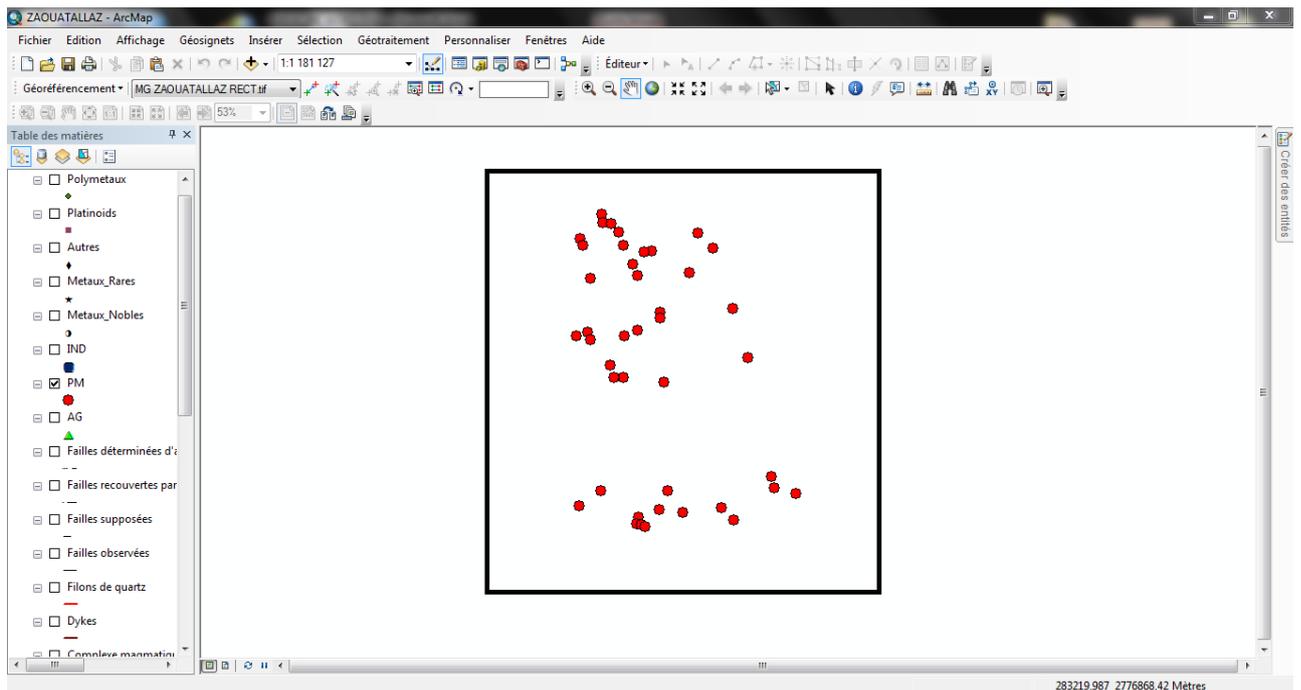


Figure40: Vectorisation de la couche «Points Minéralisé» de la feuille Zaouatallaz

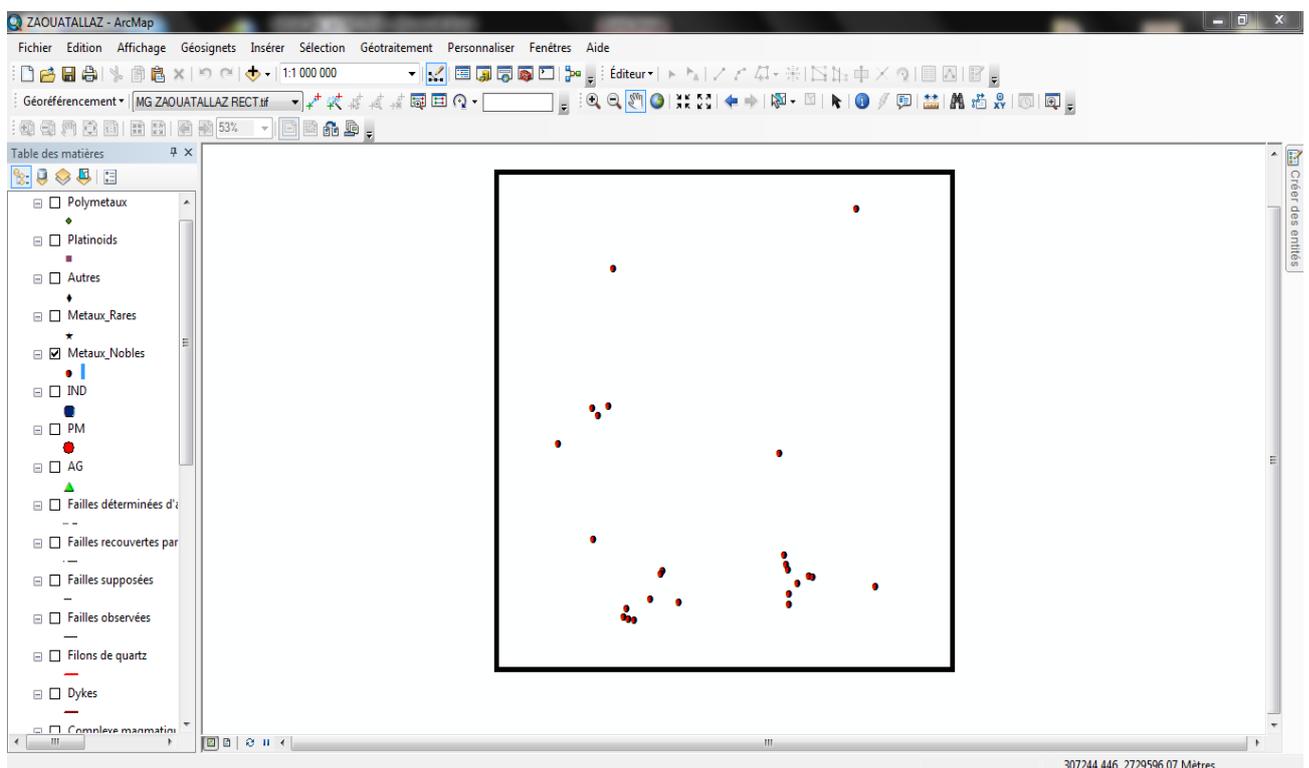


Figure41: Vectorisation de la couche «Métaux nobles Au, Ag» de la feuille Zaouatallaz

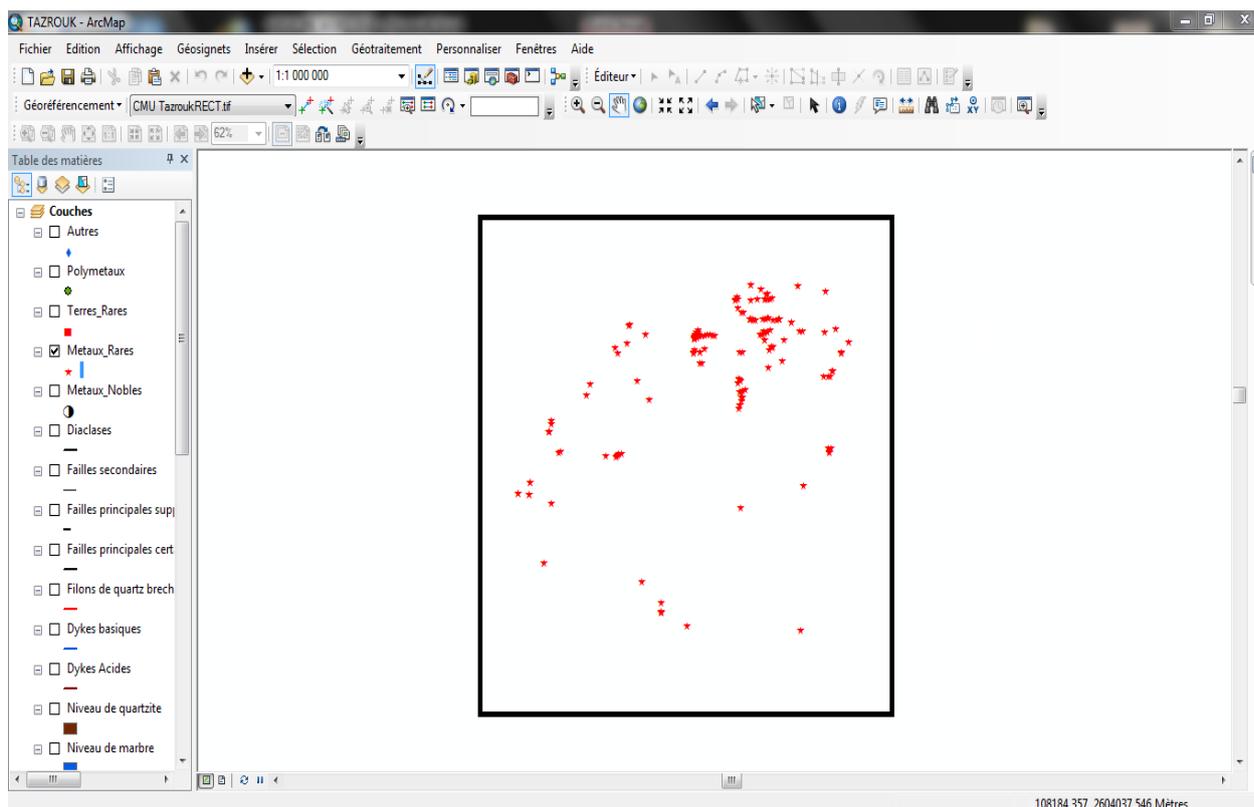


Figure42: Vectorisation de la couche « Métaux rares » de la feuille Tazrouk

IV.3 Mise en page :

- La mise en page est la dernière étape à la réalisation de carte SIG sous ArcGIS.
- Elle consiste à mettre tous les éléments indispensables à une carte.
- La carte doit impérativement contenir ; une légende, un titre, l'orientation, l'échelle, les sources, le nom et la date de réalisation.
- Les mentions légales ne sont pas superflues, ainsi qu'un texte explicatif pour éviter toute mauvaise interprétation de la carte produite.
- Pour la création d'une mise en page permet d'éditer une carte complète pour l'imprimer ou l'exporter dans un format image standard.
- Toute carte se doit de contenir :

- Un titre, permettant d'identifier et de se référer à la carte
- Une légende, explicitant les symboles et couleurs utilisées
- Une échelle
- Une orientation (flèche du Nord)
- Une source : auteur(s), année...
- Le système de projection utilisé

- 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.

Le résultat de notre travail est montré sur les pages suivantes : page 86. 87.88.89

CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

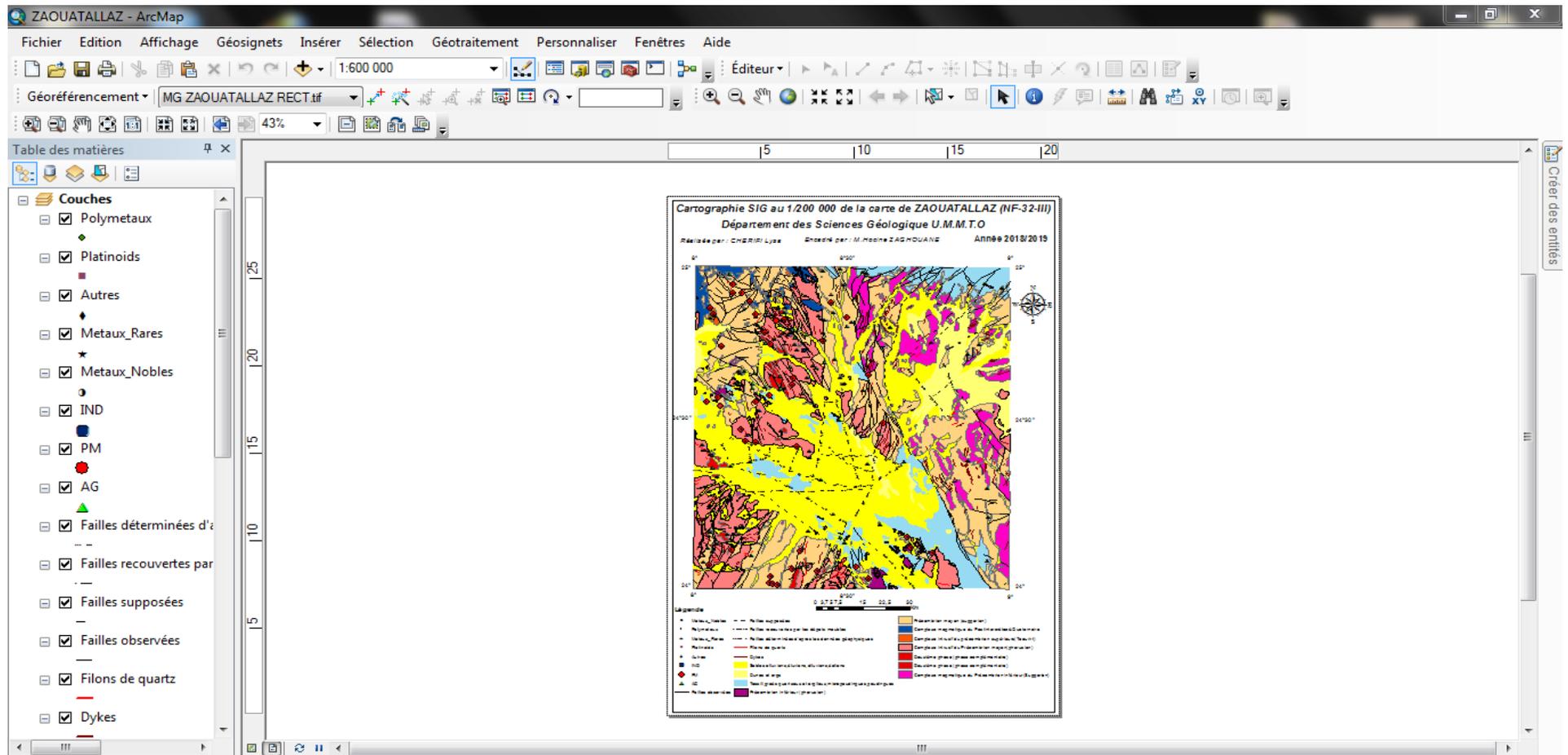
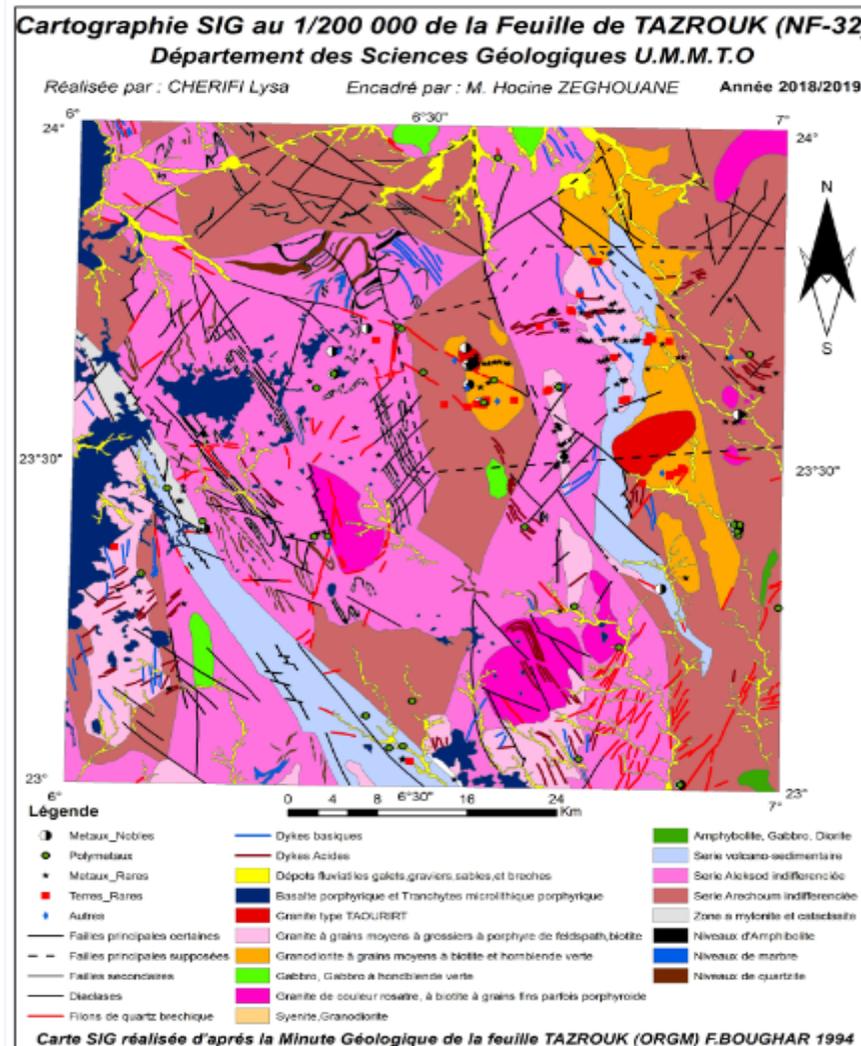
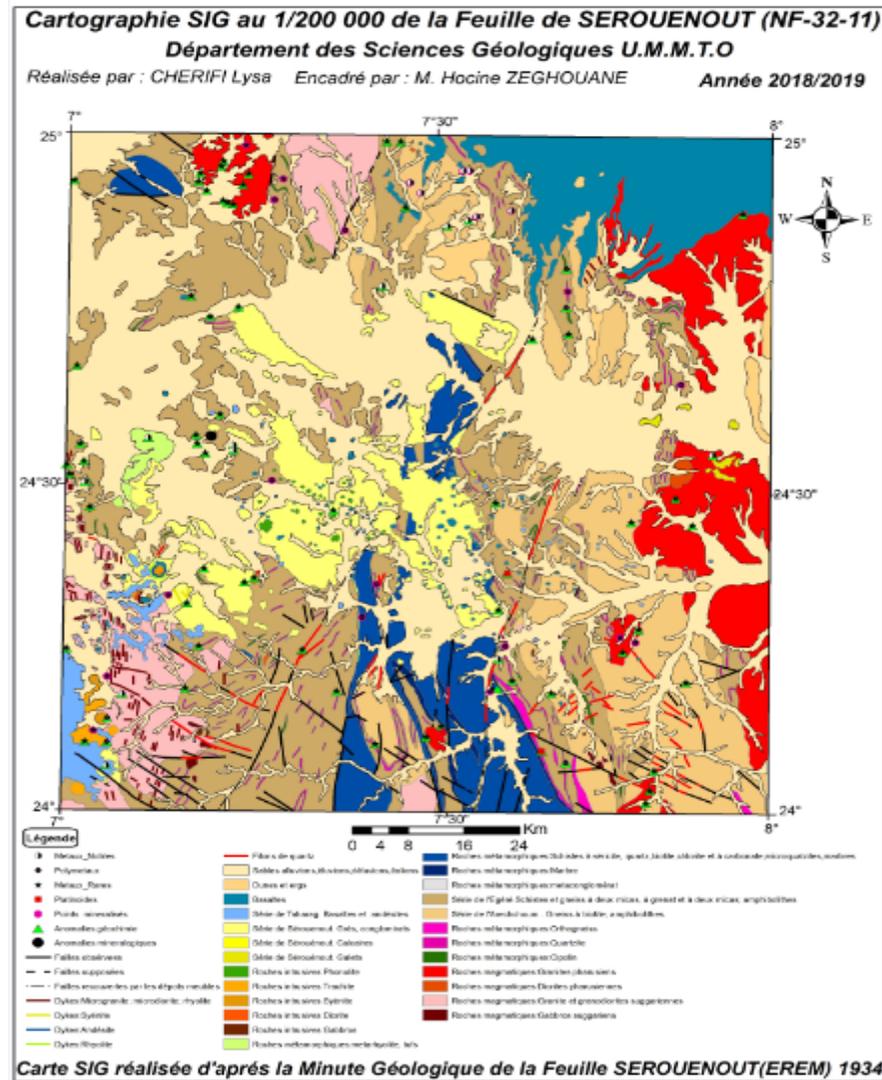


Figure43: Carte exporté de la feuille ZAOUATALLAZ

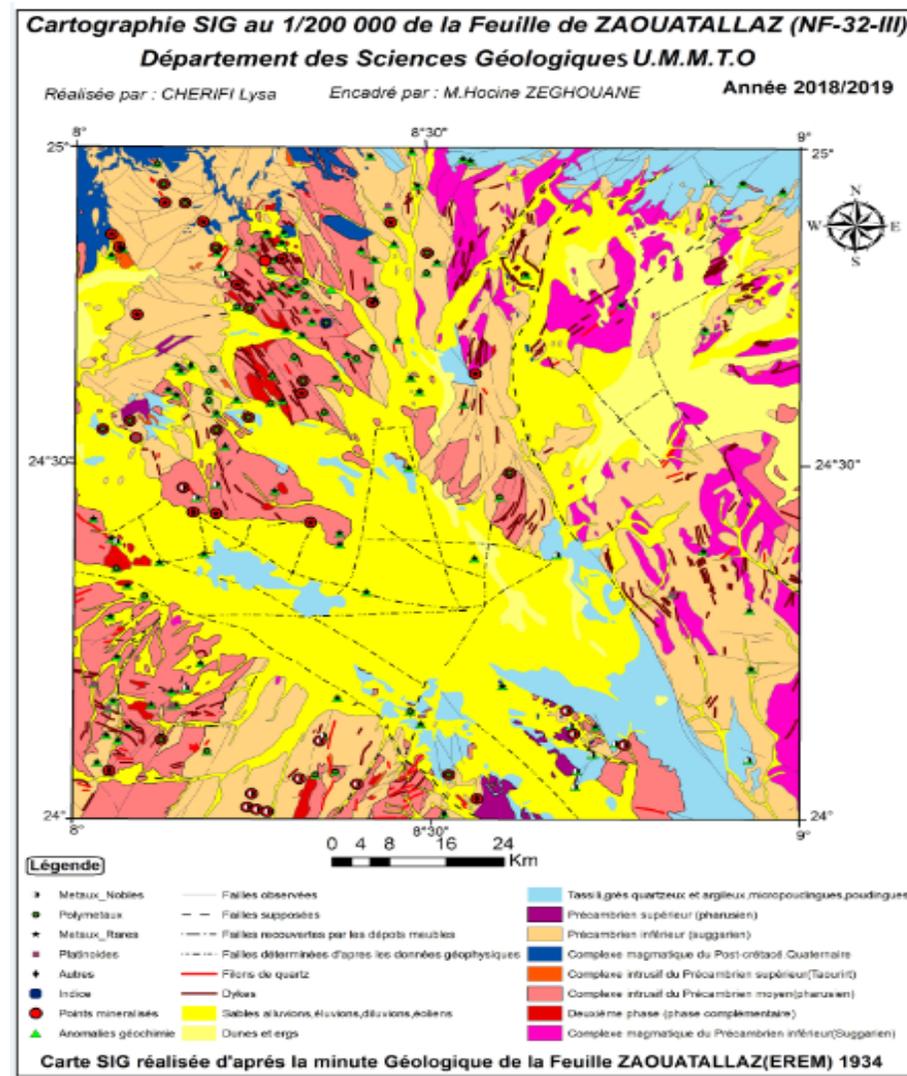
CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE



CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE



CHAPITRE IV SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE



Conclusion

Ce présent mémoire ma permis d'appliquer les connaissances théoriques et pratiques acquises au cours de mon cursus universitaire.

Le second mémoire ma permis de mieux appréhender et connaître la région du Hoggar en général et de ma région d'étude en particulier et ce par l'élaboration d'une synthèse géologique portant sur la lithostratigraphie, magmatisme, tectonique et minéralisation associées.

Au cours de la réalisation de la cartographie SIG des cartes géologiques au 1/200000 des feuilles Sérouenout, Zaouatallaz et Tazrouk, 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.

Coté pratique ou j'ai 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.

Coté inters et pratique, de ce mémoire, le travail réalisé ma permis de :

- Créer une nouvelle forme de stockage de données numériques refermant un grand volume de 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'autre formes de données.
- Les cartes SIG obtenus peuvent être exportées puis imprimées sous forme de document en papier pour être utilisées par une société ou une compagnie d'exploration minière.

- BIBLIOGRAPHIE :

- Aït Talab, N et Lamali, R., 2003. Contribution à l'étude géologique et gîtologique de la minéralisation aurifère dans les secteurs d'In-Abeggui et d'In-Ateï (Hoggar central). Mémoire d'ingénieur. FSTGAT-USTHB.
- Alexandre. H, 2014. Université de Lausanne, Systèmes d'Information Géographique
- Antoine. D, 2012. Travaux Pratiques sur les Systèmes d'Information Géographique.
- Arvois. R, Arene. J, (1960): Rapport de Prospection des feuilles Edembo et Emi-lulu.
- Azzouni-Sekkal A. et Bonin B. (1998) : les minéraux accessoires des granitoïdes de la suite taourirt, Hoggar (Algérie) : conséquences pétro génétiques, *journal of african Earth sciences*, vol.20, N01., pp. 67-87.
- BERTRAND, J.M.L., CABY, R., (1978): Geodynamic evolution of the Pan-African orogenic belt: a new interpretation of the Hoggar Shield (Algerian Sahara), *Geologische Rundschau*67,357-388.
- Bertrand, J.M., Caby, R. (1965): Nouvelle observation sur le précambrien du Nord-Ouest de l'Ahaggar (Sahara Algérien). Comptes rendus de l'Académie des sciences
- Caby (1970): La chaîne pharusienne dans le Nord-Ouest de l'Ahaggar (Sahara Central, Algérie), sa place dans l'orogénèse du Précambrien supérieur en Afrique; thèse, université de Montpellier.
- Caby, R.: Une nouvelle interprétation structurale et chronologique des séries à faciès pharusien et à faciès suggarien dans l'Ahaggar. C. R. Acad. Sc. (1969)..
- Doronkine, Baev, Vassilev, Portniaguine, Frolov, (1978-1980): Rapport sur les résultats des travaux de recherches et du levé au 1/200 000 effectués par l'équipe "Centrale" sur le territoire de la feuille Djanet et sur la partie Sud-Ouest de la feuille Tin-Alkoun.
- Doronkine, Konev, Portniaguine, Frolov, (1980-1981): Rapport intermédiaire des travaux de recherches géologiques au 1/200 000 effectués par 'équipe "Djanet" sur une partie du territoire des feuilles Tafassasset, In Afellehleh, Edembo et Emi-lulu (Hoggar).
- Fabre. (1976): Introduction a la géologie du Sahara Algérien; S.N.E.D. Alger.

- Katchevsky, Lavrichtchev, Kell, Hrebnev, Bendalio, (1979-1980): Rapport sur les résultats des travaux de recherches et du levé géologique au 1/200 000, effectués par l'équipe "Est sur le territoire de la feuille NF· 32 - XV, XVI
- Liégeois, J.P, Black, R., Navez, J., Latouche,(1994): Early and late PanAfrican orogenies in the Air assembly of terranes (Tuareg shield, Niger). *Precambrian Research* 67, 59-88.
- Rapport sur les résultats des travaux de recherches systématiques effectués en (1974-1975) sur le territoire de la feuille de SEROUENOUT (HOGGAR).
- Rapport sur les résultats de recherches systématiques et de levé géologiques au 1/200000 effectués en (1976-1977) par le groupe centre sur la feuille de ZAOUATALLAZ (HOGGAR).
- Rapport sur les résultats de levé géologiques et de recherches systématiques au 1/200000 effectués en (1976-1978) sur la feuille de ZAOUATALLAZ (HOGGAR).
- Rapport final recherches systématiques et levé Géologique au 1/200000 de la feuille de TAZROUK.
- Sintchouk. Y. A. (1983): Géologie et métallogénie du Hoggar Volume II, Livre IX.
- Semiani A., Bendali M. M., Bouzidi O., Bredj M., Moulahoum M., Zibouche M. 1995: synthèse des travaux de recherche sur les minéralisations aurifères dans le Hoggar *rapport de ORGM/DRM inédite*, 54p.
- Liégeois et al. 2000 : pan-african displaced terranes in the Tuareg shield (central Sahara). *Geology*.
- Hammas.I. (2015-2016): Système d'information géographique appliqué à la géologie et aux minéralisations de la feuille de Tamanrasset au 1/500 000. Tizi-Ouzou: U.M.M.T.O.
- Djilali.W, & Hadoualhadj.A. (2015-2016): Système d'information géographique appliqué à la géologie et aux minéralisations de la feuille de Tamanrasset au 1/500 000. Tizi-Ouzou: U.M.M.T.O.
- Lahreche.Z. (2014-2015): Élaboration d'un SIG pour la cartographie de la région de Mekalis-Tirkount. mémoire de master. Tlemcen: Université Abou Bekr Belkaid.
- Teldja.Y. (2015-2016): Système d'information géographique appliqué à la géologie et la géologie de la feuille à 1/200 000 de Tizi-Ouzou (Région de la grande Kabylie. Tizi-Ouzou: U.M.M.T.O.)

Liste des Annexes

Annexe 1 : Cartographie SIG de la feuille au 1/200.000 Serouenout.

Annexe 2 : Cartographie SIG de la feuille au 1/200.000 Zaouatallaz.

Annexe 3 : Cartographie SIG de la feuille au 1/200.000 Tazrouk.