

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES



MEMOIRE

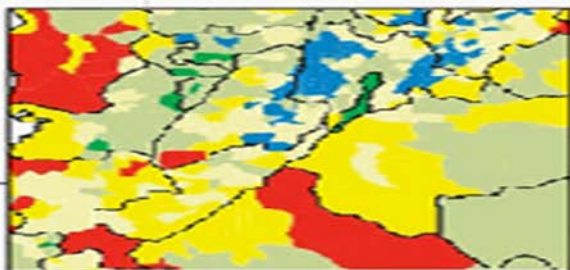
Présenté pour l'obtention du diplôme de master

Spécialité : Géologie

Option : Ressources Minérales Géomatériaux et Environnement

Thème :

Cartographie SIG des feuilles au 1/200 000 d'El Ksseibat, Adrar, Reggane et Tanezrouft ; région SW de l'Algérie : Géologie et minéralisations associées.



Encadré par :

Dr. ZEGHOUANE Hocine

Présenté par :

BATHILY Sekou

CANDEMBE Danilo

Soutenu Publiquement le : 15/11/2020 Devant le jury composé de :

Mme IZRI D.	Maitre-assistante	FSBSA UMMTO	Présidente
Mr. HAMIS. A	Maitre-assistant	FSBSA/UMMTO	Examineur
Mr. ZEGHOUANE H.	Maitre de conférences	FSBSA/UMMTO	Promoteur

Année universitaire 2019-2020

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de master

Spécialité : Géologie

Option : Ressources Minérales Géomateriaux et Environnement

Thème :

**Cartographie SIG des feuilles au 1/200 000 d'El Ksseibat,
Adrar, Reggane et Tanezrouft ; région SW de l'Algérie:
Géologie et minéralisations associées.**

Encadré par :

Dr. ZEGHOUANE Hocine

Présenté par :

Candembe Danilo

Bathily Sekou

Soutenu Publiquement le : 15/11/2020 Devant le jury composé de :

Mme IZRI D.	Maitre-assistante	FSBSAUMMTO	Présidente
Mr. HAMIS. A	Maitre-assistant	FSBSA/UMMTO	Examineur
Mr. ZEGHOUANE H.	Maitre de conférences	FSBSA/UMMTO	Promoteur

Année universitaire 2019-2020

Dédicace1 :

Traditionnellement au début de tout alors qu'on ne la rédige pourtant qu'à la fin. Elle était pendant ces années, un souhait inlassablement répété. C'est la fin qui rappelle le début de l'histoire.

Toutefois, il n'est guère facile ici de faire les choses dans un ordre logique quelconque.

Tout d'abord, je remercie Allah Soubhana Wa ta'ala de m'avoir permis de réaliser ce travail.

Je dédie ce travail à mes très chers parents, Ousmane et Djénébou BATHILY, qui m'ont été d'un soutien incommensurable et inestimable, tant humainement que financièrement. Je leurs remercie infiniment pour leurs affections et la confiance qu'ils m'ont accordé quelques soient les circonstances.

Je profite de ce mémoire pour rendre hommage à ma deuxième mère qui n'est autre que ma Grande mère feu Aïssata Sylla dite Mama. Qu'allah l'exalté, le tout miséricordieux te comble de ses grâce dans son paradis éternel, amine. Paix à son âme.

Dédicace à mon adorable sœur Daly dite M'baye Sylla BATHILY pour son altruisme, sa candeur, son empathie pour moi et son sens de l'humour qui m'ont accompagnés tout au long de mon cursus universitaire. Grâce à elle et à Mariam Kaïdama Dembelé, je me suis senti comme chez moi et ça malgré la distance. Dédicace à mère Founé Kébé et à ma petite sœur Aïchata BATHILY.

Une pensée pieuse à mon grand frère Youba BATHILY, qui m'a été d'un accompagnement anodin le long de mes études secondaire et m'a conseillé de poursuivre mes études post-lycée en Algérie, à notre magnifique femme Lala Touré et ses enfants Aladji Amadou, Mamou et Nana BATHILY. Dédicaces à mes jeunes frères Mahamadou Hamet BATHILY, Bouna BATHILY, Sekou BATHILY à qui je souhaite pleine réussite dans toutes leurs entreprises.

A mon très cher binôme Danilo Candembe.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et camarades qui m'ont apportés leurs soutiens moraux et intellectuels tout au long de mon cursus. Je ne pourrais pas citer exhaustivement car la liste est très longue et je vais sans doute oublier certains(es).

Dédicace2

*Je tiens tout d'abord à dédier ce modeste travail du fond de mon cœur à ma mère **Fernanda Jofrice** et à mon père **Domingos Jorge Candembe** pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur soutien et leur prière tout au long de mes études. Merci d'être un exemple de courage, de force et d'indépendance pour moi, je ferai de mon mieux pour être et rester une fierté à vos yeux, je vous dois ce que je suis aujourd'hui.*

*A ma petite et adorable fille **Yohanna Ayanni Candembe** ;*

*A mes frère **Sheila, Nelson, et Suneyla** avec qui j'ai passé une bonne part de ma vie, pour leur soutien, amour et pour avoir cru en moi toujours.*

*A mère de ma fille **Zélia Cristina** ;*

A toute ma grande famille ;

*A mon très cher binôme **Bathily Sekou**;*

*A mes amis: **Jose Lopes, Aureo Mulambo, Kassia de Nascimento, Osnal Antonio, Sebastiao Matola, Osnal Antonio, Alberto Marangabassa, Celso Silima, David Ismael, Anabela, Edson Saude, Graciete, Tania, Delcio, Delio** et autres.*

A mes collègues de département et de promotion.

A tous ceux et celles dont le nom n'ont pu être cités.

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute nos gratitude.

Tout d'abord nous tenons à adresser notre vive reconnaissance au directeur de ce mémoire, **Mr Hocine ZEGHOUANE**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion sur le sujet.

Une mention spéciale à **Mme Izri** et à **Mr Hamis** avec lesquels nous avons eu des enseignements riches et des sorties de terrains fructueuses et que remercions assez fort pour avoir acceptés d'examiner le présent mémoire.

Une pensée également sincère est réservée à tous nos professeurs du département des sciences géologiques, en particulier ceux de la spécialité RMGE, qui nous ont fournis les enseignements et les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires.

Nos remerciements vont enfin à l'ensemble des professeurs et tous les personnels du département des sciences de la Terre et de l'Univers DE L'université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.

Résumé

Depuis l'avènement de l'outil informatique et la mise en orbite des différents satellites, les SIG (système d'information géographique) sont devenus des outils technologiques incontournables d'affichage, d'analyse, de mise à jour des données géo-référencées. Ceci permet une meilleure compréhension des phénomènes qui se produisent à la surface du globe terrestre.

Dans le présent mémoire, on se propose d'établir une cartographie SIG portant sur la géologie, et les minéralisations d'une bonne partie du Sud-ouest de l'Algérie et ce en utilisant un logiciel bien connu ; Arc GIS.

La région d'étude est constituée de quatre feuilles au 1/200 000 qui sont : ELKseibet (**NH-30-VI**), Adrar (**NG-30-XXIV**), Reggane (**NG-31-XIII**) et Tanezrouft (**NG-31-VII**). Le travail consiste à extraire et à mettre sous forme de couches d'informations vectorielles l'ensemble des entités géologiques (lithologie, magmatisme, tectonique), et géologiques (minéralisations).

Cette nouvelle forme de cartographie obtenue représentera une nouvelle forme de données numériques permettant une facile mise à jour et surtout une meilleure gestion des problèmes et des ressources géologiques.

Mots clés : SIG, SW Algérie, Reggane, Adrar, Kseibet, Tanezrouft, Géologie, Minéralisations

Table des Matieres

INTRODUCTION générale

1. But et objectif de l'étude.....	1
2. Présentation de la région d'étude.....	1
2.1. Situation géographique et géologique.....	1
2.2. Géomorphologie.....	3
3. Climat et précipitations atmosphériques.....	5
4. La Température.....	6
5. Humidité de l'air.....	6
6. Le vent.....	7
7. Faune et Flore.....	7
8. Matériels et Méthodes.....	8

CHAPITRE I : Géologie régionale

A. Le Nord de l'Algérie.....	9
B. Domaine cratonique.....	10
1. Le bouclier Reguibat.....	10
2. Les monts de l'Ougarta.....	11
3. Le bouclier Targui.....	15
3.1. Le Hoggar central.....	16
3.2. Le Hoggar occidental.....	17
3.3. Le Hoggar oriental.....	17
4. La plate-forme saharienne.....	17
5. Les bassins sédimentaires.....	17
6. Tectonique régionale.....	20
6.1. La phase panafricaine.....	21
6.2. La phase calédonienne.....	21

6.3. La phase hercynienne.....	22
6.4. La phase post-hercynienne.....	22
6.5 La phase autrichienne.....	23

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

I.INTRODUCTION.....	24
II. Litho-Stratigraphie.....	24
A. Précambrien.....	24
A.1. LE Protérozoïque.....	24
A.1.1. Le Protérozoïques supérieur PR _{II-III}	24
A.1.1.1. Formation des grauwackes lithiques : PR _{II-III} -1.....	25
A.1.1.2. Formation des Micro-conglomérats : PR _{II-III} -2.....	25
A.1.1.3. Formation de Méta-pélites: PR _{II-III} -3.....	25
A.1.1.4. Formation grauwacks lithique : PR _{II-III} 4.....	25
A.1.2. Le Protérozoïques terminal.....	25
A.1.2.1. Formation de grauwacks : Pr _{III} -1.....	25
A.1.2.2. Formation des Arénites Arkosiques et lithiques : Pr _{III} -2.....	25
B. Le Paléozoïque.....	26
B.1. Le Cambrien :(co-Aj).....	26
B.1.1. Le cambrien inférieur : Acadien-post Damien K1-2, K3.....	27
B.1.2. Le cambrien supérieur: l'Acadien-post Damien K4.....	27
B.2. L'Ordovicien.....	27
B.2.1. Trémadocien-arénigien: O1.....	27
B.2.2. formation de Tamadjert (oTj).....	27

B.2.3 formations d'In Tahouite (oTh).....	27
B.3. Le Silurien: S.....	27
B.3.1. Formation de l'Imirhou: slm.....	27
B.3.2. Formation de l'Asedjrad1 : dAs1.....	28
B.4. Le Dévonien.....	30
B.4.1. LE DEVONIEN INFERIEUR.....	30
B.4.1.1. Formation de l'Assedjred2 dAs2 (60 m).....	30
B.4.1.2. Formation de l'Oued Sememe (Siegemien).....	30
B.4.1.3. Formation argilo-gréseuse de l'Emsien : (150m).....	31
B.4.2 LE DEVONIEN MOYEN (dm).....	34
B.4.2.1. EIFELIEN (d2a).....	34
B.4.2.2. Givétien (d2b).....	34
B.4.3. LE DEVONIEN SUPERIEUR.....	35
B.4.3.1. Frasnien (d3a).....	35
B.4.3.2. Famenniend (d3b).....	35
B.4.4. LE DEVONIEN SUPERIEUR à Cambrien (dh).....	36
B.4.5. Le Dévonien supérieur-terminal.....	36
B.5. Le Carbonifère.....	36
B.5.1. Le Carbonifère inférieur.....	37
B.5.1.1. Tournaisien supérieur hTn2.....	37
B.5.2. Le Carbonifère moyen.....	37
B.5.2.1 Viséen supérieur hV2.....	37

B.5.2.2. Viséen inférieur hV1.....	37
B.5.3. Le Carbonifère supérieur.....	37
B.5.3.1. Namurien Supérieur hN2.....	37
B.5.3.2. Namurien inférieur hN1t.....	37
C. Mésozoïque.....	40
C.1. Le Jurassique.....	40
C.1.1. le Malm.....	40
C.1.2. Le Dogger.....	41
C.1.3. Le Lias.....	41
C.2. Le Crétacé inférieur.....	41
D. Le Cénozoïque.....	43
D.1. Quaternaire Supérieur.....	43
D.1.1 Quaternaire supérieur Dunaire QD.....	43
D.1.2. Le quaternaire alluvionnaire Q3.....	43
D.2. Le quaternaire supérieur et moyen Q3-2	44
D.3 Le Quaternaire Moyen Q2.....	44
D.4. Le quaternaire moyen et villafranchien.....	44
D.4.1. Quaternaire alluviales : Q2-1.....	44
D.5. Quaternaire inférieur Villafranchien.....	44
D.5.1. Villafranchien : Q1b.....	44
D.5.2. Villafranchien : Q1a.....	44

D.5.3. villafranchien inférieur: Q1	44
D.6. Plio-Quaternaire : Pq.....	45
D.7. Tertiaire-Neogène.....	45

III. CONCLUSION SUR LA GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE...47

IV. TECTONIQUE ET MAGMATISME DE LA REGION D'ETUDE....49

V. MINERALISATION.....51

🚧 Cuivre (Cu).....51

🚧 Zinc (Zn).....51

🚧 Etain(Sn).....52

🚧 Molybdène (Mo).....52

🚧 Vanadium (v).....52

🚧 Zircon et monazite.....52

🚧 Le diamant.....52

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

III.1. Introduction.....53

III.2. Les composantes d'un SIG.....54

III.2.1. Matériel.....54

III.2.2. Utilisateurs.....54

III.2.3. Méthodes.....54

III.2.4. Données.....55

III.2.5. Logiciels.....55

III.3. Présentation des données dans un SIG.....56

III.3.1. Mode Raster.....56

III.3.2. Mode Vecteur.....57

III.3.3. Comparaison des modes vecteurs et rasters.....59

III.4. Les Avantage d'un SIG.....60

III.5. Le SIG et la Géologie.....60

III.5.1. Construction du SIG géologique.....60

III.6. Architecture du modèle spatial.....	61
III.7. Méthode de construction d'un SIG.....	61
III.8. Utilités d'un SIG.....	62
III.9. Domaines d'application d'un SIG.....	63
III.9.1. L'Approche territoriale.....	63
III.9.2. L'Approche par domaines d'applications.....	63
10. Fonctionnement d'un SIG sous ArcGIS.....	64
10.1. Couches.....	64
10.2. Références géographiques.....	64
10.3. Présentation de l'interface ArcMap.....	64
10.4. ArcCatalog	66
10.5. Présentation de l'interface ArcToolBox.....	67
10.6. Le document MXD.....	68

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

IV.1 Introduction.....	71
IV.2 Etapes suivis pour la réalisation du travail.....	71
IV.3 Systèmes de coordonnées projetées.....	73
IV.4 Géoréférencement.....	73
IV.5 Choix du système de coordonnées dans ArcCatalog.....	76
IV.6. Attribution de la référence spatiale.....	78
IV.7. Choix du système de coordonnées dans ArcCatalog.....	78
IV.8.Choix du même système de coordonnées dans ArcMap.....	79
IV.9. Importation de la carte à caler depuis ArcCatalog vers ArcMap.....	80
IV.10. Ajouter les points de contrôle.....	81
IV.11. Vectorisation d'une carte.....	82
IV.12. La Litho-stratigraphie.....	87
IV.13. Tectonique.....	89
IV.14. Création d'un fichier Excel.....	92
IV.15. Mise en page.....	94
Conclusion générale.....	99

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE

Figure n°1: Situation de la région d'étude par rapport aux différentes unités structurales de l'Algérie (Direction Géographique de la direction des Archives du Ministère des affaires étrangères, 2004).

Figure n°2: Situation géologique de la zone d'étude

Figure n°3: Carte géomorphologique de la région d'Adrar (Nasri Bahous, juin 2012).

CHAPITRE I

Figure n°04: les grands ensembles géologiques du Sahara (D'après Fabre, 1976)

Figure n°05 : Principales unités structurales de l'Afrique occidental (d'après Peucat et al. 2005, modifiée)

Figure n°06 : région de l'Ougarta (Menchikoff, 1930).

Figure n°07: Modèle numérique de terrain « MNT » de la partie nord de l'Ougarta (Mekkaoui, 1998, ORGM, inédit).

Figure n°08 : Carte géologique et Colonne lithostratigraphique des monts de l'Ougarta et événement géologiques majeurs (Mekkaoui, 1998, ORGM, inédit)

Figure n°09: Carte géologique du Hoggar (liegois et al 2003).

Figure n°10 : Bouclier Touareg (liegois 2003)

Figure n°11: bassins les plus importants de la plate-forme saharienne en Algérie (Par Melle KRIM Nesma, juin 2012).

CHAPITRE II

Figure n°12: Colonne stratigraphique synthétique des formations paléozoïques (D'après Donzeau, 1971 ; Fabre, 1976)

Figure n°13 : Colonnes stratigraphiques du Silurien des Monts d'Ougarta

Figure n°14: vue panoramique d'Ain Ech-Cheikh (Melle KRIM Nesma, juin 2012).

Figure n°15 : Log du dévonien inférieur (Melle KRIM Nesma, juin 2012).

Figure n°16 : Symboles utilisés (Melle KRIM Nesma, juin 2012).

Figure n°17: Cadre géologique détaillé du secteur d'AinCheickh (inspire par la carte de Reggane 1/200000).

Figure n°18 : Carbonifère du bassin de Reggan (D'après Fabre, 1976)

Figure n°19: carte d'Ain Chebbi (Région de Reggane par SONATRACH)

Figure n°20: Log sédimentologique de la coupe d'Ain Chebbi

Figure n°21: Coupe synthétique des terrains crétacés dans le Gourara et le Tademaït (Lefranc, 1974).

Figure n°22: Colonne stratigraphique type du Sahara (d'après Boudjemaa A., 1987)

Figure n°23: Tectonique (Vail and al., 1977 In: Herkat, 2007)

CHAPITRE III

Figure n° 24: Base de données géographique

Figure n°25 : Les composantes d'un SIG

Figure n°26 : Exemple de données rasters

Figure n°27 : Exemples de données vectorielles

Figure n°28: Interface ArcMap

Figure n°29: Interface ArcCatalog

Figure n°30 : Interface ArcCatalog au travers ArcMap

Figure n°31: Interface ArcToolBox

Figure n°32 : fenêtre d'enregistrement du document ArcMap

Figure n°33 : Fenêtre des propriétés de la carte

CHAPITRE IV

Figure n°34 : Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.

Figure n°35 : Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude.

Figure n°36 : cartogramme du sud-ouest de l'Algérie.

Figure n°37 : Connexion à un dossier via ArcCatalog (1).

Figure n°38 : Connexion à un dossier via ArcCatalog (2).

Figure n°39 : une présentation d'interface ArcCatalog montrant icône connexion a un dossier

Figure n°40 : Connexion à un dossier via ArcCatalog

Figure n°41 : Attribution d'un système de coordonnées projetées via ArcCatalog.

Figure n°42 : Attribution d'un système de coordonnées via ArcMap.

Figure n°43 : Calage de la carte géologique

Figure n°44 : De la carte vers l'image vecteur.

Figure n°45 : Créer un fichier de formes.

Figure n°46 : Choix du type d'entité et du système de coordonnées.

Figure n°47 : Activer l'outil Editeur.

Figure n°48 : Ouvrir une nouvelle session de mise à jour.

Figure n°49 : Vectorisation de l'entité polygonale "Quatenaire" des feuilles d'El Ksseibat et Adrar.

Figure n°50: Couches Lithostratigraphiques vectorisées d'Adrar.

Figure n°51: Exemple de vectorisation linéaire (Failles) des feuilles d'Adrar et Ksseibat

Figure n°52 : Vectorisation linéaire complété de la feuille de Reggane à 1/200.000

Figure n° 53 : Carte Raster d'El Kseibat.

Figure n°54 : Carte vectorisée de la feuille d'El Ksseibat au 1/200 000.

Figure n° 55 : carte vectorisée de la feuille de Reggane au 1/200 000

Figure n°56 : carte vectorisée de la feuille de Tanezrouft au 1/200 000

Figure n°57 : Exemple de fichier Excel.

Figure n° 58 : Exemple d'une couche ponctuelle de la feuille au 1/200.000 `El Kseibat.

Figure n° 59 : Mode mise en page dans l'interface ArcMap.

Figure n° 60: Liste d'items disponibles à l'insertion.

Figure n°61 : Boite de dialogue pour insérer un titre à la carte.

Figure n°62 : Sélection d'une flèche de Nord.

Figure n°63 : Sélection d'une barre d'échelle.

Figure n°64 : Exemples d'une carte SIG exportée sous format JPEG

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 01 : Pluviométrie mensuelle moyenne de la période (2004-2014).....	4
Tableau n° 02 : Les températures mensuelles de la période entre (2004 - 2014).....	4
Tableau n° 03 : Humidité moyenne de l'air de période entre 2004-2014.....	5
Tableau n° 04 : Vitesse moyenne du vent de la période entre (2004 – 2014).....	5
Tableau n° 05 : Les phases tectoniques de la plate-forme saharienne.....	21
Tableau n° 06 : colonne litho-stratigraphique synthétique du dévonien et Silurien (Talah, 1991).....	26
Tableau n° 07 : Comparaison entre le mode VECTEUR et le mode RASTER.....	60

INTRODUCTION

1. But et objectif de l'étude :

Le but de notre travail consiste à établir une cartographie SIG de quatre cartes géologiques des coupures au 1/200.000 qui sont : Ksseibet (**NH-30-VI**), Adrar (**NG-30-XXIV**), Reggane (**NG-31-XIII**) et Tanezrouft (**NG-31-VII**). Ce travail permet de moderniser et d'informatiser les données sur la géologie et minéralisations de notre zone d'étude. La cartographie SIG va donc rendre facile et plus accessibles aux minéralisations et une meilleure mise à jour de l'information géologique, ce qui facilitera d'avantage la tâche aux entreprises et aux opérateurs miniers.

Aujourd'hui les nouvelles technologies sont utilisées dans le domaine de la géologie pour rendre facile le travail aux géologues ainsi que pour délimiter, extraire et aller droit vers l'information géologique. Les cartes SIG obtenues seront souples qu'une carte image. La cartographie SIG permet de transformer des cartes sous format raster en format vecteur.

L'intégration de ces données dans un système d'informations géographique devient de plus en plus nécessaire, en raison de sa capacité de stockage et la possibilité de traitement et d'extraction de l'information utile.

L'objectif essentiel de notre travail est la création d'un système d'information géographique réunissant et conservant un large ensemble des données quantitatives et qualitatives relatives à la géologie et à la minéralisation de notre région d'étude, dont l'utilisation nous permettra la présentation des informations collectées et organisées sous forme des cartes thématiques.

2. Présentation de la région d'étude

2.1. Situation géographique et géologique

Notre région d'étude est située au Sud-ouest de l'Algérie. Elle se situe dans la partie occidentale de la plateforme saharienne à la jonction de quatre domaines géologiques relativement bien connus de l'Algérie : à l'Est la plateforme saharienne, au Sud-est le bouclier Targui stabilisé au cours de l'orogénèse panafricaine, à l'Ouest le bouclier

Reguibat, stable depuis 2000 Ma et qui fait partie du Craton West Africain stable depuis l'orogénèse Eburnéenne et au Nord la chaîne de l'Ougarta.



Figure n°1: Situation de la région d'étude par rapport aux différentes unités structurales de l'Algérie (Direction Géographique de la direction des Archives du Ministère des affaires étrangères, 2004).

L'accident majeur qui s'étend de l'Anti-Atlas et qui passe par la bordure Est de Tanezrouft, se prolonge vers le Sud pour constituer la zone de suture Panafricaine. Il sépare le craton Ouest Africain à l'Ouest, le bouclier Targui, la plateforme saharienne et Ougartienne à l'Est et au Nord-est (figure 2).

La couverture sédimentaire est représentée par des terrains paléozoïques plus ou moins plissés, et une couverture subhorizontale de dépôts du Secondaire et du Tertiaire, auxquels se superposent de vastes dépôts quaternaires. La région est représentée par trois ensembles structuraux, infracambrien, paléozoïque et méso-cénozoïque.

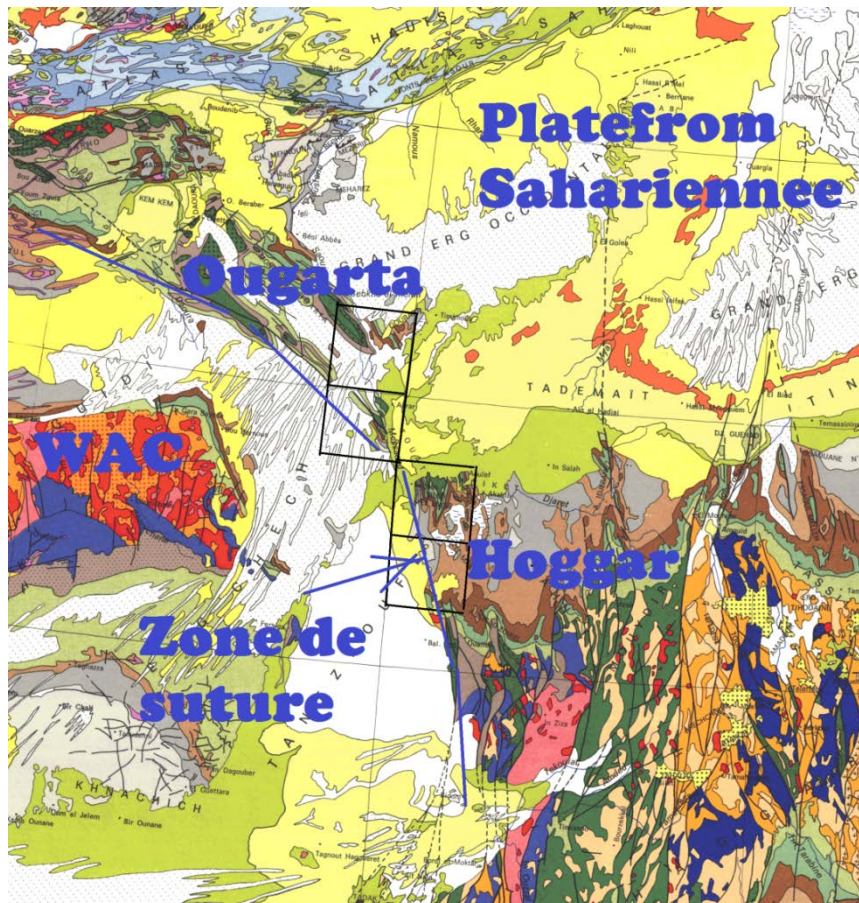


Figure n°2: Situation géologique de la zone d'étude

2.2 GEOMORPHOLOGIE :

La région d'Adrar fait partie d'une grande zone allongée sensiblement orientée N – S. Elle renferme différents traits géomorphologiques distingués sont :

A- Les Plaines :

C'est une vaste plaine (plateau), limitée vers l'Est par le plateau de Tademaït et vers l'Ouest par la dépression de Touat et se caractérise par une altitude maximum qui est de l'ordre de 300 m au pied du plateau de Tademaït, une pente faible de l'ordre de 0.1% à 0.2% et un pendage vers le Sud – Ouest et l'Ouest.

B – Les dépressions :

La dépression se trouve le long de l'extrémité Ouest de la plaine et se caractérise par une largeur moyenne de l'ordre de 5 Km à 10 km, par exemple la dépression de Touat.

C – Les Sebkhas :

Les sebkhas sont des successions de petites sebkhas qui marquent la limite occidentale de la dépression et constituant l'exutoire naturel des eaux de la nappe aquifère.

Exemple : sebkha de Tamentit

Généralement, ces sebkhas ne sont pas en communication.

D – Les Ergs :

Toutes les nuances existent entre le simple voile sableux et les dunes massives constituées en ergs. L'erg Chèche est la forme d'accumulation sableuse la plus massive à l'ouest de la région.

Les autres ergs abritent une végétation éphémère, ces ergs sont formés artificiellement par des obstacles (afrègue) contre la progression du sable, comme les Ergs de Ikkis et Tillouline.

E -Les Regs :

C'est des grandes superficies plates avec une texture composée par des cailloux en générale ; ce dernier est d'âge quaternaire, on peut trouver des sables d'âge crétacé inférieur. Exemple : Reg de Tanezrouft.

F-Les terrasses d'apport éolien :

D'après la nature des roches et la force (la vitesse du vent) d'agent érosif les terrasses sont classées par importance, dans la région de Touat elles sont formées au cours de Quaternaire.

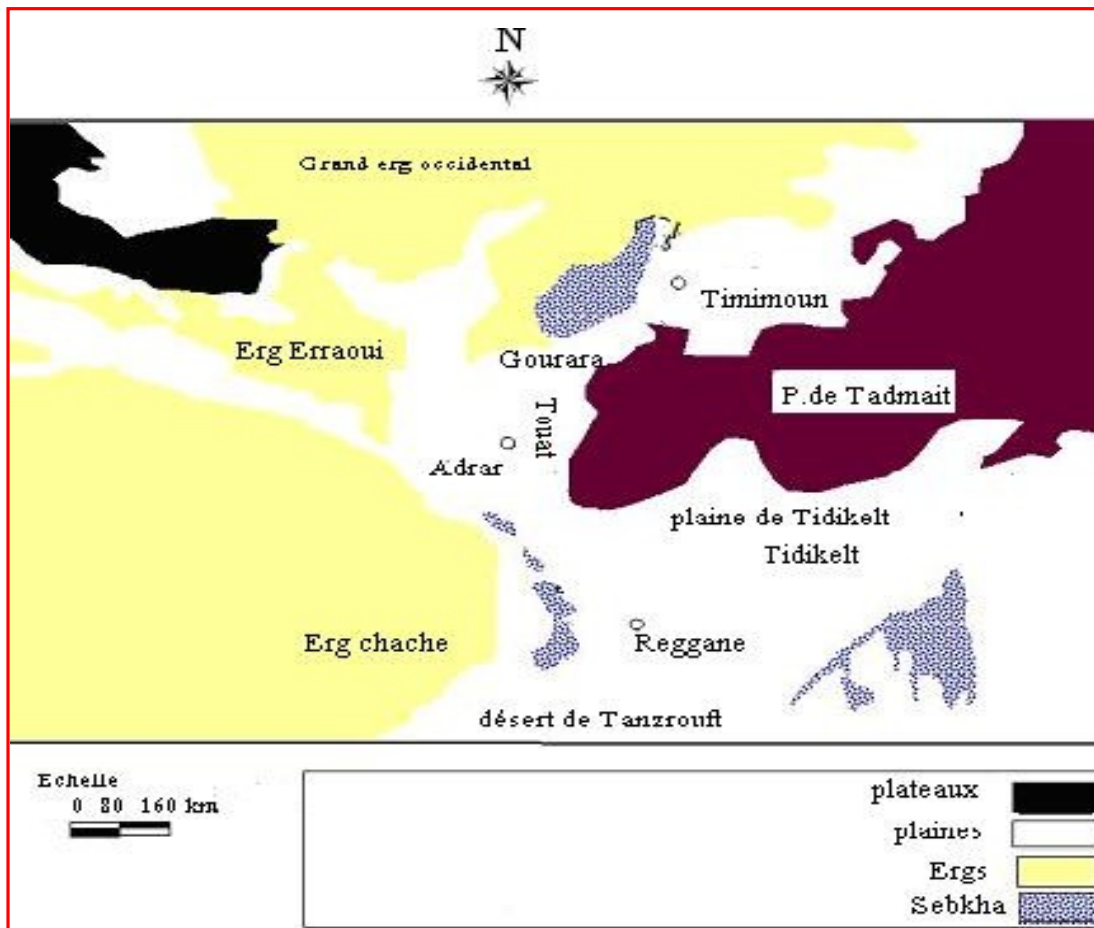


Figure n°3: Carte géomorphologique de la région d'Adrar (Nasri Bahous, juin 2012).

3. Climat et précipitations atmosphériques :

Le maximum de précipitation est enregistré pendant les mois d'Avril et Octobre avec une précipitation proche de 4mm.

En général la précipitation dans la région est très faible et le climat est considéré comme un climat trop sec.

Le tableau n°1 montre que les mois de Mai, Juin, Juillet, Août, Novembre et Décembre sont les plus secs avec une précipitation inférieure à 1mm.

Tableau n° 01 : Pluviométrie mensuelle moyenne de la période (2004-2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pluies(mm)	1,72	1,00	2,56	4,08	0,34	0,83	0,09	0,36	1,6	3,94	0,46	0,27	17,25

Source:www.tutiempo.com

4. La Température :

La région d'Adrar se caractérise par des valeurs moyennes à très élevés. La température est un facteur qui affecte la disponibilité de l'énergie et grâce au jour que la végétation manifeste son régime biologique. Sur le Tableau n°02, on remarque que la température maximale est enregistrée au mois de juillet ou elle dépasse le 46°C. Le mois de janvier est le plus froid avec une température minimale atteignant le 5°C.

La période la plus chaude de l'année se manifeste pendant quatre mois (Juin, Juillet, Aout et Septembre). Elle à une grande influence sur la végétation de la région.

Tableau n°02 : Les températures mensuelles de la période entre (2004 - 2014)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T min	5,53	8,23	12,7	17,0	21,3	25,8	29,2	28,6	25,0	19,4	11,8	6,56
T moy	13,2	16,3	21,3	26,2	30,6	35,3	38,6	37,5	33,3	27,3	19,4	13,8
T max	21,5	24,3	29,4	34,1	37,8	43,2	46,4	45,2	41,0	35,1	27,4	21,6

Source:www.tutiempo.com

5. Humidité de l'air :

L'humidité de l'air est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, elle est exprimée en pourcentage de la quantité d'eau que l'air pourrait contenir à une température particulière.

Le tableau (n°3) représente la variation de l'humidité mensuelle, on remarque que le mois de juillet est le mois le plus sec de l'année avec un taux d'humidité proche de 11 %, la plus grande valeur de l'humidité correspond au mois de Décembre (38.88%).

Tableau n° 03: Humidité moyenne de l'air de la période de 2004.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H (%)	32.1	25.95	21	18.85	16.6	13.5	11.27	14	23	27.7	34.66	38.8

Source:www.tutiempo.com

6. Le vent :

Le vent est l'un des facteurs le plus important du climat, car il a une influence directe sur les températures, l'humidité et active même l'évaporation. Le vent dominant à Adrar se caractérise par une vitesse moyenne variante entre 20,2 Km/h en Novembre et 24,54 Km/h au mois de Mai, on trouve que la période de printemps (Mars, Avril, Mai) est une période où le vent à grand vitesse de l'année dont l'arrachement et le transport de sable engendre le phénomène de l'érosion éolienne.

Tableau n° 04 : La Vitesse moyenne du vent de la période entre (2004 – 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	s	O	N	D
V	21.0	23.07	23.1	23.9	24.5	21.7	23.4	22.0	20.2	20.5	20.2	20.7

Source:www.tutiempo.com

7. Faune et Flore :

➤ La faune:

La faune saharienne, adaptée au milieu désertique, développe ses propres stratégies pour résister à la chaleur et au manque d'eau. Les mammifères sont bien représentés par les mouflons à manchette (zones de montagne), les gazelles (espaces ouverts, oueds et regs), les fennecs, chacals, les lièvres et les petits rongeurs tels que les damans, gondis, gerboises... etc. dont on observe facilement les traces. Les antilopes oryx et addax sont en voie d'extinction (Ould El Safi, 2009). Il existe au sud un lézard appelé poisson de sable dont le nom est Cherchmana, il vit au Sahara.

➤ La flore:

La végétation dans la région d'Adrar se divise en deux types, une végétation à caractère agricole et une deuxième naturelle spontanée. La végétation à caractère

agricole est représentée par les Oasis (ancien périmètre agricole irrigué par les Foggara) et les nouveaux terrains de mise en valeur (moderne périmètre agricole irrigué par les forages). Cette végétation assure la production agricole dans la région sous forme des produits divers, céréale, maraîchère, fourrage, plantes médicinales et condimentaires. Tant, pour la végétation spontanée de la valeur pastorale, surtout pour les élevages camelines (Moulay, 2014).

4. Matériels et Méthodes :

Comme matériels, nous avons utilisés un Ordinateur portable, laptop (CPU : Intel, CORE i3), RAM : 4GO, écran :15 pouces, disque :100 GO. La carte qui était sous format papier a été scannée par un scanner A0. Les cartes scannées sont les cartes d'Adrar, Ksseibat, Reggane et Tanezrouft.

Pour élaborer ce SIG nous avons utilisé le logiciel ARCGIS Desktop, AcrMap version 10.5, développé par ESRI pour la première fois en 1999, écrit en système d'exploitation visuel C plus plus et Python, sous Windows en format : lu en Intergraph Standard et écrit en Shapefile. Le SIG est un logiciel d'analyse spatiale dans un système d'information géographique.

CHAPITRE I: GÉOLOGIE RÉGIONALE

Chapitre I : Géologie régionale

D'un point de vue géologique, l'Algérie est divisée en deux grandes unités structurales: Le Nord de l'Algérie qui correspond à la chaîne des maghrébides et le domaine cratonique qui englobe le reste du pays (plateforme saharienne, bouclier Reguibat, bouclier Targui et la chaîne de l'Ougarta).

A. Le Nord de l'Algérie

Ce domaine fait partie du domaine orogénique instable depuis le Cénozoïque. C'est le domaine de la chaîne alpine dont la structuration n'est pas encore terminée, et qui est due au rapprochement des plaques africaine et européenne. Un accident tectonique majeur appelé: accident sud-atlasique (ASA), sépare le domaine saharien cratonique du domaine orogénique du Nord de l'Algérie.

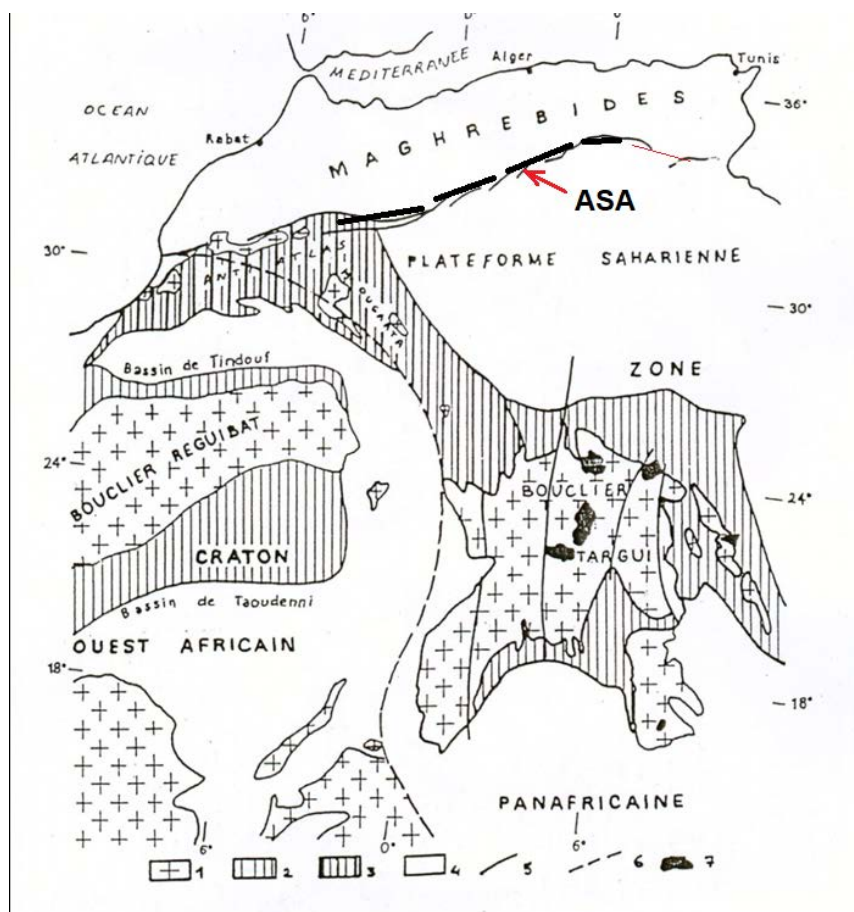


Figure n°4: les grands ensembles géologiques du Sahara (D'après Fabre, 1976)

1- Précambrien et Cambrien; 2- Protérozoïque supérieur (série à strombolite) et Paléozoïque tabulaires; 3- Paléozoïque Plissé; 4- Post-Paléozoïque; 5- Accident majeurs; 6- Suture panafricaine; 7- Volcanisme cénozoïque.

B. Domaine Cratonique :

Il est localisé dans le Sahara algérien. Ce domaine est stable depuis 550 millions d'années. Il englobe deux boucliers où affleurent des roches métamorphiques et magmatiques qui représentent les témoins de deux anciennes chaînes de montagnes, et d'une plateforme appelée plateforme saharienne, structurée en bassins sédimentaires remplis de sédiments du Néoprotérozoïque et du Phanérozoïque. (CHABOU Moulley Charaf 2002).

1. Le bouclier Reguibat :

Il affleure dans le Sud-ouest algérien, où il est connu sous le nom du massif **Eglab-Yetti**. Il représente le témoin de la chaîne éburnéenne dont l'édification remonte à plus de 2 Ga.

Le massif des Eglab appartient au craton ouest africain. Ce craton est limité au Nord par l'Anti-Atlas, à l'Est par la zone mobile panafricaine et à l'Ouest par la chaîne panafricaine, calédonienne et hercynienne. Il est recouvert en grande partie par les formations sédimentaires d'âge Protérozoïque supérieure et Paléozoïque (bassins de Tindoufau Nord et de Taoudenni dans sa partie centrale). Les zones d'affleurement du Craton Ouest Africain sont divisées en 2 parties : la partie Nord dénommée Dorsale Reguibat et la partie Sud désignée comme Dorsale Leo. Entre les deux apparaissent à travers les formations sédimentaires, deux fenêtres qui montrent les formations du craton : les fenêtres de Kayes et de Kenieba (**Figure n°5**).

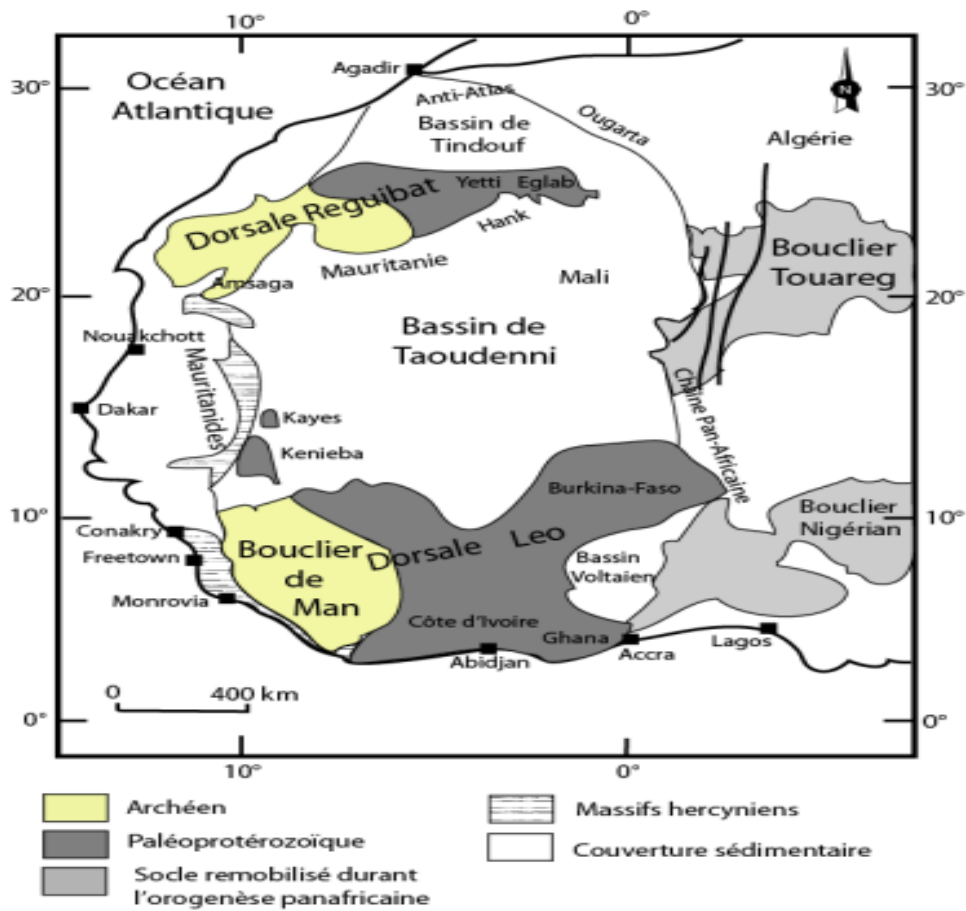


Figure n°5 : Principales unités structurales de l'Afrique occidentale (d'après Peucat et al. 2005, modifiée).

2. Les monts de l'Ougarta:

A l'échelle régionale, les monts de l'Ougarta se situent sur le tracé linéairement NW-SE récent du Tibesti (Guiraud et al. 2000). Ce linéament se prolonge sur près de 6000 km jusqu'au Kenya, via le Hoggar. Il s'agit d'une transformante du rift vallée, jalonné en général par des manifestations magmatiques.

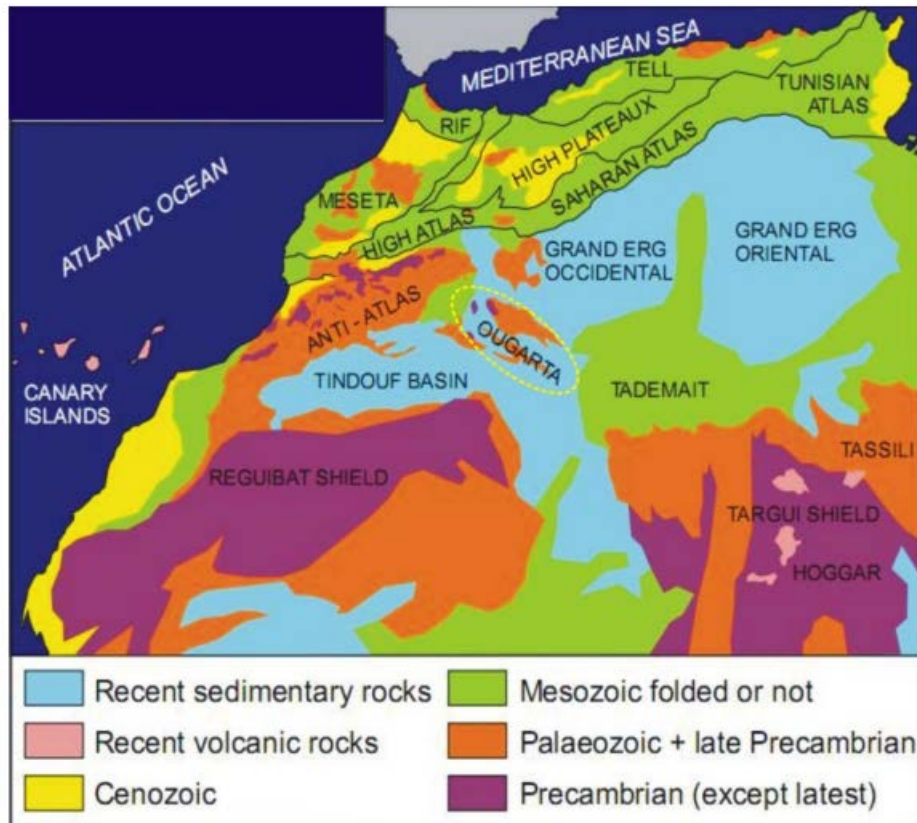


Figure n°06 : région de l'Ougarta (Menchikoff, 1930).

Les grands traits de la géologie des monts de l'Ougarta sont esquissés depuis la moitié du siècle passé. Cependant, les détails sont loin d'être définitivement acquis. Les monts de l'Ougarta se présentent sous forme d'une succession de plis anticlinaux serrés et synclinaux larges, allongés dans la direction NW-SE, dite la direction ougartienne (Menchikoff, 1930).

Certains anticlinaux, dits aussi boutonnières, comportent en leur cœur des affleurements de formations volcano-sédimentaires et volcaniques réputées plus anciennes. Ces dernières sont bordées par une couverture sédimentaire paléozoïque modérément plissée. Par leur lithologie, les rhyolites et les quartzites cambro-ordoviciens forment l'ossature de cette chaîne sous forme de véritables reliefs antiformes. En revanche, les formations tendres siluro-dévonienne ne sont conservées que dans les structures synformes, où elles s'expriment timidement en reliefs dans le paysage. Ces formes géomorphologiques sont bien visibles sur les images aériennes (Fig.7)

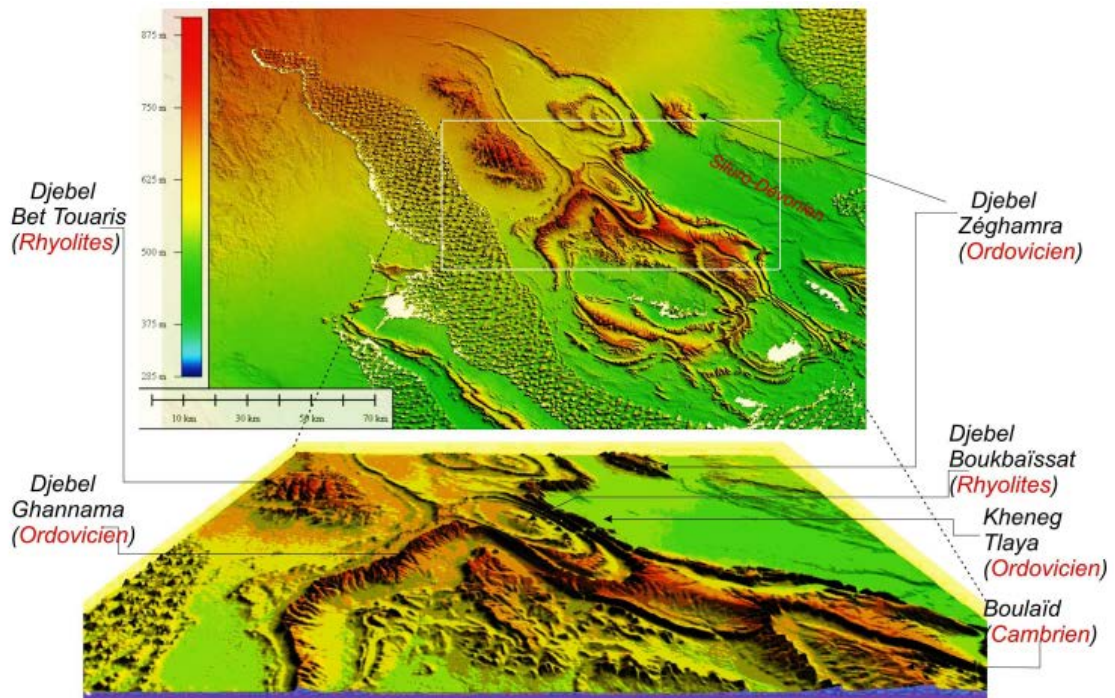


Figure n°07: Modèle numérique de terrain « MNT » de la partie nord de l'Ougarta (Mekkaoui, 1998, ORGM, inédit).

Les monts de l'Ougarta sont constitués de roche volcano-sédimentaires et magmatiques formant un substratum ou socle d'âge précambrien supérieur et des terrains paléozoïques rapportés à une couverture. Ces derniers sont scellés par des sédiments du Crétacé ou plus récents, à savoir le plateau crétacé du Kemkem au nord-ouest et la Hamada du Guirmio-pliocène à l'Est.

Suite aux recommandations de *l'International Union of Geological Sciences*, le terme Néoproterozoïque a été introduit à l'Anti-Atlas puis translaté aux monts de l'Ougarta.

Contrairement à l'Anti-Atlas, le Néoproterozoïque est très peu représenté dans la chaîne Ougartienne. Les affleurements apparaissent principalement en trois structures majeures :

- Dans la boutonnière de Sebkh el Melah.
- Dans le Damrane.
- Dans Oglat Beraber et Col Robert

Chapitre I : Géologie régionale

Le précambrien des monts de l'Ougarta est observé dans l'Anti-Atlas et jusqu'à la fin des années 1990 la nomenclature utilisée était celle proposée par Choubert (1963) : Le Précambrien (PI) correspondant à l'Archéen, Précambrien II (PII) correspondant au Néoprotérozoïque inférieur et moyen et Précambrien III (PIII) reporté au Néoprotérozoïque supérieur.

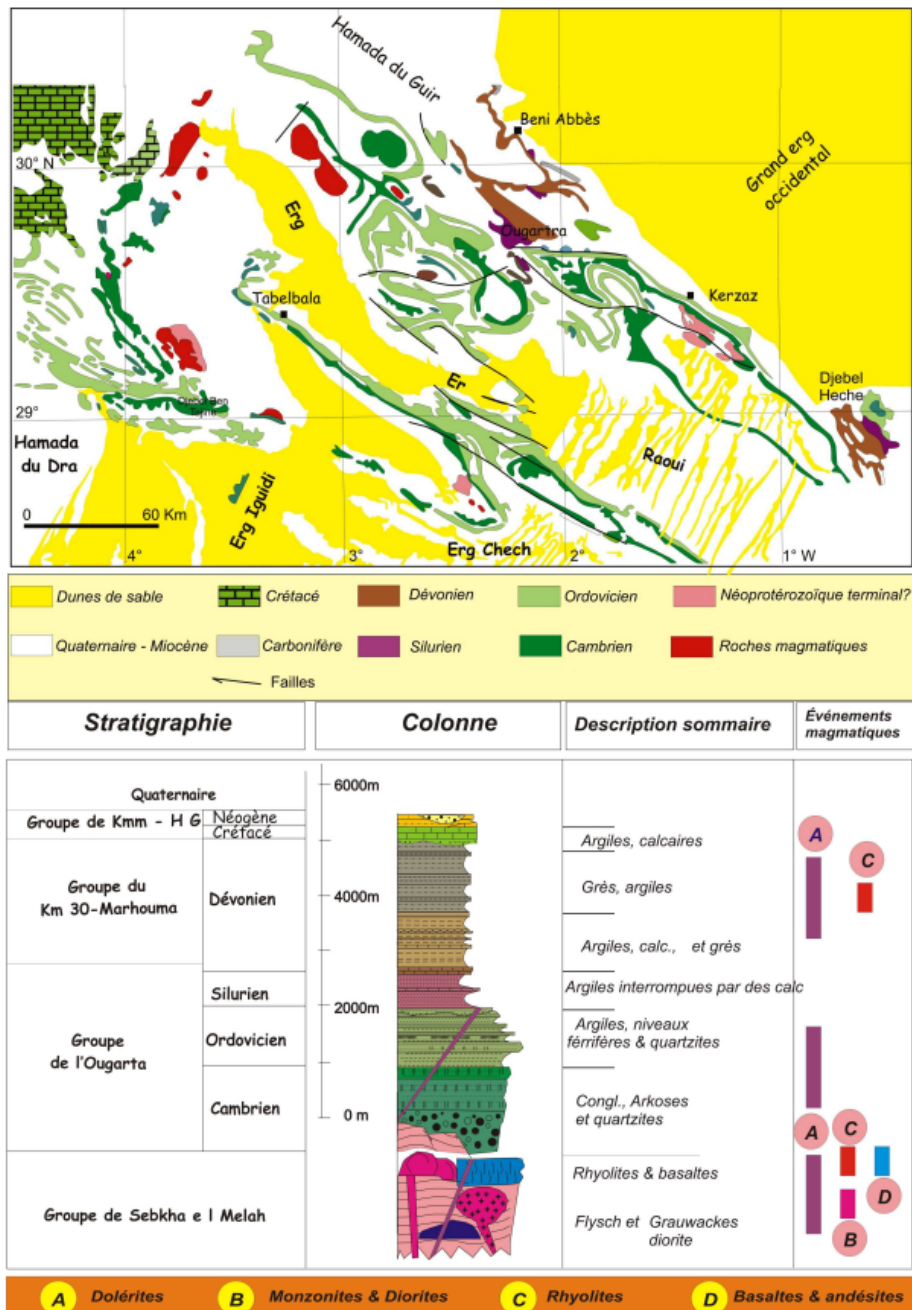


Figure n°08 : Carte géologique et Colonne litho-stratigraphique des monts de l'Ougarta et événements géologiques majeurs (Mekkaoui, 1998, ORGM, inédit).

Chapitre I : Géologie régionale

Cette nomenclature a été également adoptée pour les monts de l'Ougarta (Chikhaoui, 1974). Le Paléozoïque est impressionnant par sa puissance, il atteint plus de 5km dans le nord-ouest de ce vaste territoire, il est ponctué par des événements géologiques importants (eustatisme, magmatisme) évoqués en figure ci-dessus (Fig.08).

Selon la toponymie locale, l'empilement de terrains du Cambrien au Dévonien supérieur est classiquement subdivisé en formations. Suite à une nouvelle interprétation géodynamique, des subdivisions en 5 unités ont été proposées dans une vision plus globale, une nouvelle subdivision du Paléozoïque axée sur l'aspect géodynamique des remplissages du bassin de la Saoura fut proposée (Par Nedjari, 2007)..

3. Le bouclier Targui :

Il affleure dans le Sud du Sahara central et oriental, où il est connu sous le nom du massif du Hoggar. Il représente le témoin de la chaîne panafricaine dont l'édification s'est terminée il y a 550 millions d'années.

Le Hoggar est situé à environ 2000km au sud d'Alger. Avec ses 550 000 km² de superficie, il est le plus important constituant du bouclier touareg.

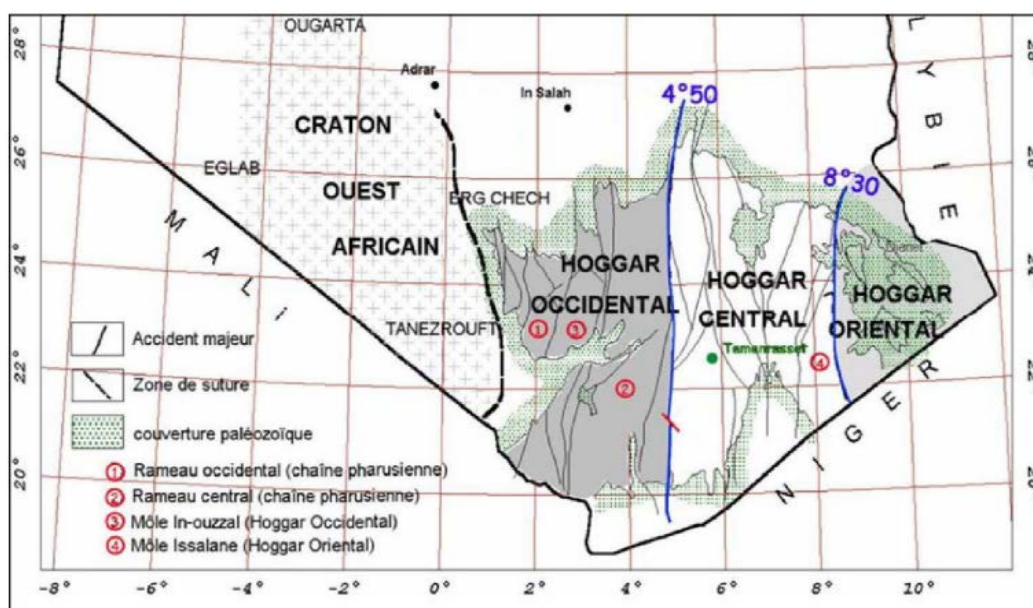


Figure n°09 : Carte géologique du Hoggar (liegeois et al 2003).

Chapitre I : Géologie régionale

Il se prolonge, au sud-ouest, au Mali, par le Massif des Iforas, et à l'Est, au Niger, par le Massif de l'Aïr, il est constitué de terrains d'âges archéens, éburnéens et panafricains. Sa structuration, qui s'est effectuée principalement au cours de l'orogénèse panafricaine, est caractérisée par de grands cisaillements N-S d'échelle continentale, les accidents 4°50' et 8°30'. Ils le séparent en trois grands domaines qui sont de l'Ouest vers l'Est: le Hoggar occidental, le Hoggar central et le Hoggar oriental (Libre 1952 ; Bertrand et Caby, 1978) (fig.9)

3.1. Le Hoggar central :

Dans le cadre du modèle de Black et al. (1994), le Hoggar central est constitué de l'amalgamation de cinq terrains, **Laouni, Azrou-n-Fad, Tefedest, Egéré-Aleksod et Sérouenout**. La remarquable unité de structure et de composition des formations ortho dérivées affiliées à l'Eburnéen des quatre premiers terrains, et l'interprétation de la déformation régionale ont conduit Liégeois et al. (2003) à interpréter l'ensemble comme un vieux microcontinent, appelé le « LATEA » (acronyme des terrains qui composent cette unité). Durant la période post-collisionnelle de l'orogénèse panafricaine (600 et 570 Ma), ce microcontinent fut en partie déstabilisé jusqu'à correspondre à un méta craton (Liégeois et al.2003) (figure 10).

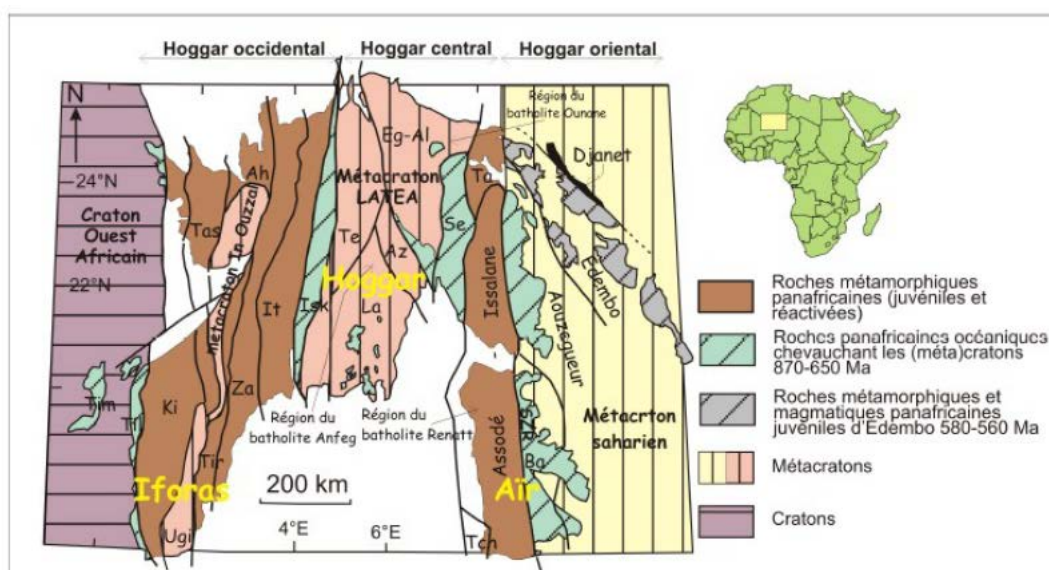


Figure n°10 : Bouclier Touareg (Ilieois et al 2003).

3.2. Le Hoggar occidental :

Le Hoggar occidental, appelé également la Chaîne Pharusienne (Panafricaine) est séparée en deux parties par l'unité granulitique de l'In Ouzzal (UGIO), le rameau occidental et le rameau oriental. Ces rameaux datent du Protérozoïque supérieur-terminal. Ils sont formés essentiellement de deux séries volcano-sédimentaires, la série à stromatolithes, à la base, et la série verte, au sommet, séparées par une discordance stratigraphique, la discordance infra-pharusienne (Lelubre, 1952 ; Caby, 1970 ; Haddoum, 1992).

3.3. Le Hoggar oriental :

Le Hoggar oriental est situé entre l'accident 8°30' et la limite Est du Hoggar. C'est la partie la moins connue du Bouclier Touareg. La région de Tadoumet qui est située à l'Ouest des 8°30' et caractérisée par de vastes structures en dômes et bassins.

4. La plate-forme saharienne :

Les boucliers précédents sont entourés de bassins sédimentaires, remplis de sédiments du Néoproterozoïque et du Paléozoïque pour la couverture du bouclier Reguibat et du Paléozoïque et Mésozoïque pour la couverture du bouclier Targui. Cette couverture sédimentaire a subi les contrecoups de l'orogénèse hercynienne, une chaîne de montagnes édiflée plus au Nord dans le domaine Orogénique.

5-LES BASSINS SEDIMENTAIRES :

Les bassins sédimentaires de la plate-forme saharienne correspondent à des grandes dépressions remplies de sédiments marins, fluviaux et lacustres qui reposent en discordance sur la surface infra-tassilienne formée avant le Cambrien.

Le substratum de cette surface, dont les structures sont héritées de la déformation panafricaine, correspond à un ensemble de panneaux qui demeurent mobiles au cours du Paléozoïque. Cette organisation structurale contribue, entre

Chapitre I : Géologie régionale

autres, aux remarquables variations d'épaisseurs des accumulations sédimentaires du Paléozoïque d'une zone à l'autre de la plate-forme saharienne.

C'est dans ce contexte que se développent les bassins sédimentaires qui sont de caractère intra-cratonique. La (fig. 10) présente la localisation de ces différents bassins. Parmi les grands bassins sédimentaires de la partie occidentale de la plate-forme saharienne algérienne, on reconnaît :

- **Le bassin de Tindouf:**

Qui correspond à une dépression dissymétrique qui s'appuie en pente douce sur le bouclier Réguibat au Sud, alors que le flanc nord est fortement redressé vers sa limite nord, au contact de l'Anti-Atlas marocain. Il s'agit d'un bassin épi-cratonique qui s'est développé sur la marge nord du craton ouest-africain et du bassin de Taoudéni. Son remplissage sédimentaire s'effectue du Cambrien au Carbonifère inclus et son épaisseur atteint entre 8000 et 10000 m. Les dépôts, principalement argilo-gréseux, se sont mis en place dans des environnements fluviaux à marins peu profonds.

Le Dévonien moyen et le Viséen renferment des niveaux plus carbonatés. La série méso-cénozoïque qui repose en discordance sur le Paléozoïque a une puissance variable qui ne dépasse pas 130m.

- **Le bassin de Reggane :**

Est recouvert pour l'essentiel par les importants cordons dunaires de l'Erg Chèche. Il se développe entre le long de la bordure sud-ouest des monts d'Ougarta et le bouclier Réguibat. Il se prolonge vers le S-E par le haut-fond du Bled El Mass – AzzelMatti et est séparé vers l'Ouest par le seuil de BouBernous.

Le flanc nord-est du bassin est redressé au contact du système plissé de l'Ougarta. La colonne sédimentaire de 6500 m d'épaisseur est très semblable à celle du bassin de Tindouf. La couverture sédimentaire mésozoïque ne dépasse pas les 300 m d'épaisseur.

- **La cuvette de Sbaa:**

Chapitre I : Géologie régionale

Elle occupe la partie Sud-ouest du bassin de Timimoune et correspond à un étroit sillon d'orientation NW-SE (60 km) qui borde les flancs Nord-est des monts d'Ougarta. L'épaisseur des sédiments est relativement peu importante par rapport au reste du bassin de Timimoune (8000 m), puisqu'elle est comprise entre 2500 et 3000 m.

La colonne sédimentaire phanérozoïque repose sur un socle granitique précambrien et sur des formations détritiques argilo-gréseuses et ferrugineuses d'âge infracambrien. Il s'agit d'une unité molassique datée à 550 ± 30 MA pour la partie inférieure et à 487 ± 18 MA

Pour les argiles qui les surplombent, le remplissage est constitué de formations sédimentaires du Paléozoïque surmontées en discordance de 830 m de séries du Mésozoïque. Cette discordance témoigne du plissement varisque de la région.

Les dépôts du Paléozoïque sont dominés par un faciès argilo-gréseux avec des niveaux carbonatés inter-stratifiés datés du Dévonien moyen et du Frasnien.

- **Le bassin de l'Ahnet:**

Situé au Sud du bassin de Timimoun et dans le prolongement de la cuvette de Sbaâ, entre le haut-fond de Bled El Mass – AzzelMatti et le bouclier du Hoggar. La série sédimentaire, analogue à celle présente dans la cuvette de Sbaa, y est plus épaisse que dans cette dernière, puisqu'elle atteint une puissance de 8000 m.

La couverture méso-cénozoïque n'est que très peu développée.

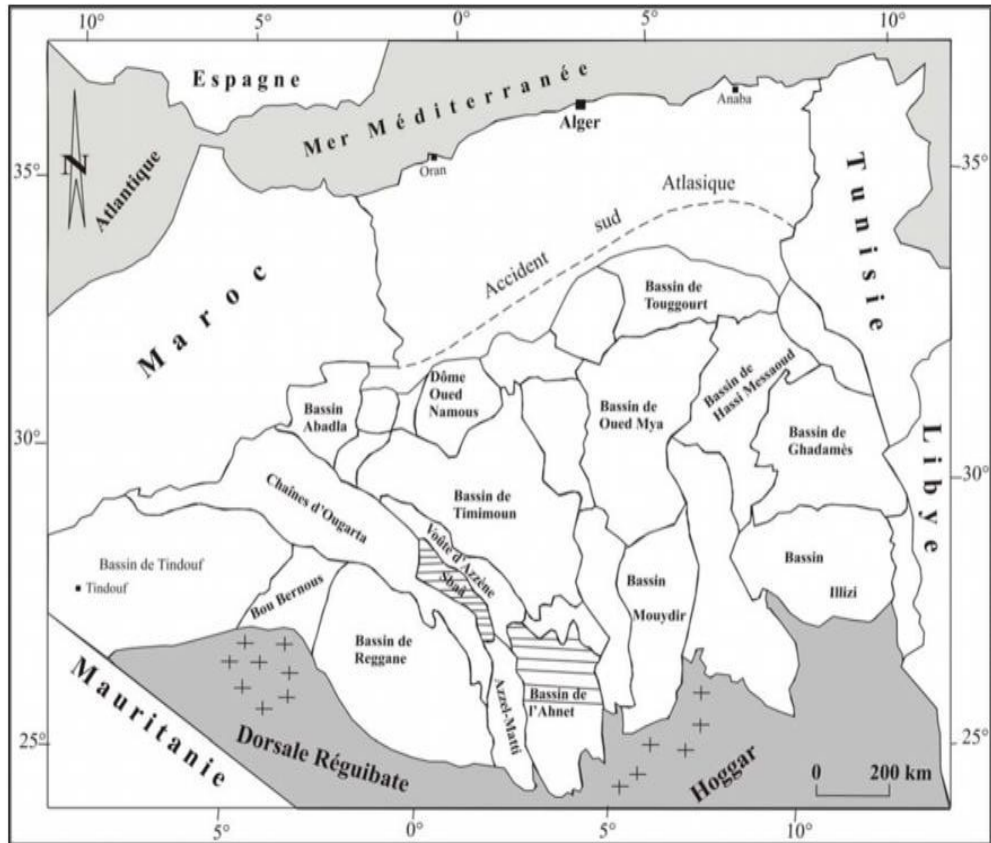


Figure n°11 : bassins les plus importants de la plate-forme saharienne en Algérie (Par Melle KRIM Nesma, juin 2012).

6. APPERCU TECTONIQUE REGIONAL :

L'architecture actuelle de la région d'étude est le résultat de l'interférence de plusieurs phases tectoniques intenses qui ont affecté cette région au cours des temps géologiques.

Dans le Sahara occidental, les mouvements de l'orogénèse hercynienne sont les principaux responsables de la déformation et de la structuration.

Dans le Sahara central et Nord oriental les mouvements hercyniens et les mouvements de l'époque mésozoïque sont tous les deux responsables de la structuration.

Les principales phases tectoniques qui ont structuré la plateforme saharienne sont:

6.1. La phase panafricaine :

Au cours de cette période des accidents profonds subméridiens sont provoqués par une collision continentale entre le craton Ouest-africain et le bloc Est-africain.

Les grandes failles subméridiennes ont jouées un rôle important dans la structuration et la sédimentation de la plateforme saharienne. Cette phase prend fin au cours du Cambrien et elle sera suivie d'une érosion intense.

6.2. La phase calédonienne :

• La phase distensive du Cambro-Ordovicien

Cette phase est matérialisée par une variation d'épaisseur et de faciès des séries cambro-ordoviciennes et la venue d'importantes roches volcaniques à la faveur d'une distension importante. Celle-ci est à l'origine de l'étirement de la croûte continentale, elle est accompagnée d'une subsidence tectonique et thermique.

A la fin de cette phase et après avoir hérité des phases précédentes les grandes lignes des futurs bassins de la plateforme saharienne sont bien mises en évidence.

• Phase de compression taconique (Caradoc) :

On assiste dans cette phase à un changement de contraintes qui sont à l'origine de nouveaux mouvements compressifs, cette situation se matérialise par la formation de plis à axes Nord-Sud le long des accidents majeurs qui sont accompagnés par des soulèvements régionaux.

• Phase calédonienne tardive

Vers la fin du Silurien et le début du Dévonien, l'équilibre est à nouveau rompu par un important apport de matériel détritique provenant du Sud-Est, cette phase est

caractérisée par des variations d'épaisseurs et de faciès le long des axes structuraux majeurs.

6.3. La phase hercynienne :

La phase hercynienne semble avoir engendrée les plus importants mouvements qu'a connus la plateforme saharienne. Elle est à l'origine des principales déformations (failles, flexures, grabens et horsts).

Le cycle orogénique hercynien est caractérisé par deux principales phases :

- **La phase précoce :**

Les mouvements précoces d'âge Viséen semblent être responsables des bombements de type compressifs de l'Ougarta, ils se sont manifestés par les plis allongés de direction (NW-SE) accompagnés par des failles inverses de même direction.

- **La phase tardive :**

Ils sont survenus à la fin du Carbonifère, ils ont provoqué l'arrêt de la sédimentation.

Après des déformations intenses, une importante érosion des séries paléozoïques qui se trouvaient dans les zones hautes a eu lieu à la fin de la phase hercynienne.

La discordance hercynienne est matérialisée par une surface d'érosion qui sépare les séries paléozoïques des séries mésozoïques.

6.4 La phase post-hercynienne :

A la fin du Trias et vers le début du Jurassique d'autres phases de plissements plus limités sont marquées par une tectonique distensive matérialisée par une

Chapitre I : Géologie régionale

variation d'épaisseur et de faciès de part et d'autre des accidents NW-SE, NE-SW et des manifestations volcaniques le long de ces failles.

6.5 La phase autrichienne :

La phase autrichienne est liée au Crétacé inférieur et est caractérisée par une tectonique compressive qui est due à une reprise des failles inverses préexistantes et la création d'autres failles inverses de direction Nord-Sud.

Au Tertiaire, durant le Sénonien et l'Eocène, les failles de direction NE-SW sont réactivées par la phase de compression pyrénéenne.

Tableau n°5: Les phases tectoniques de la plate-forme saharienne (OUALI SALIMA, 2006).

Phases tectoniques	Epoque d'intervention maximale	Types de Failles	Influence sur la Sédimentation
Autrichienne	-	Failles normales N-S	-
Hercynienne majeur	Carbonifère Terminal	Failles inverses NE-SW	Erosion sur les axes NE-SW
Hercynienne Précoce	Viséen	Failles inverses NW- SE	-
Calédonienne	Seluro-Devonien	Failles inverses N-S	Erosion sur les moles sub-méridien
Taconique	Caradoc-Asghilien	Failles inverses N-S	-
Cambro-Ordovicien	Cambro-Ordovicien	Failles normales N-S	Variation d'épaisseur etvolcanisme
Panafricaine	Cambrien	Tectonique cassante NE-SW et NW-SE	Cratonisation du Saharacentral

CHAPITRE II :
GÉOLOGIE DE LA RÉGION
D'ÉTUDE

I. INTRODUCTION

La région d'étude est située sur le rebord Nord occidental du Hoggar, elle est caractérisée par un socle précambrien exporte la couverture des dépôts sédimentaires d'âge phanérozoïques transgressifs. On y rencontre des terrains très anciens, du Protérozoïque repris par les phases Archéenne et éburnéenne. La dépression du Touat est remplie par des dépôts paléozoïques (cambrien au namurien) d'un vaste bassin sédimentaire d'âge secondaire qui s'étend de l'atlas saharien au Nord à la hamada de Tihirt et le plateau du Tademaït au sud et le Touât- Gourara à l'Ouest jusqu'au golf de Gabes au Nord- Est. Du Tidikelt au Gourara l'ensemble structural est le continental intercalaire (CI) qui vient se terminer en biseau sur le substratum primaire, ce dernier affleure en surface à la faveur de la disparition des formations du continental intercalaire dans la dépression de la vallée de la Saoura qui forme la limite occidentale.

Dans la région de Reggane l'auréole du primaire s'interrompt et les formations du CI se prolongent vers le plateau du Tanezrouft au sud-ouest.

II. Litho-Stratigraphie :

La stratigraphie de la région d'étude comprend principalement deux ensembles sédimentaires : Une série Mésocénozoïque peu épaisse (< 850 m), repose en discordance sur le Paléozoïque ; le tout reposant sur un socle précambrien.

A. Socle Précambrien :

A.1. LE PROTÉROZOÏQUE :

Il est représenté en général par deux étages ; le Protérozoïque supérieur et terminal. Il affleure principalement au NW de la feuille d'Adrar, et à l'Est des feuilles de Reggane et de Tanezrouft

A.1.1. Le Protérozoïques supérieur PR_{I-III}

Il est essentiellement constitué par des grauwacks et conglomérat à Adrar, on peut trouver des Arénites à kseibat :

A.1.1.1. Formation des grauwackes lithiques : PRII-III.1

Il est marqué sur les feuilles d'Adrar par le *PrII-III-1* qui est caractérisé par des méta-pélites et des conglomérats. En plus on a des Arénites sur la feuille de kseibat *Pr*.

A.1.1.2. Formation des Micro-conglomérats : PRII-III-2

Constituée par des conglomérats et grauwackes en séquence de granoclassement.

A.1.1.3. Formation de Méta-pélites: PRII-III-3

Cette formation est marquée par des argilites à lentilles de calcaire et quelques rares couches de grauwacks

A.1.1.4. Formation grauwacks lithique : PRII-III4

Elle est composée par des siltstones gréseux.

A.1.2. Le Protérozoïques terminal : PRIII

IL est composé en majeure partie par des Arénites arkosique et des silstones gréseux et Tuffitiques. On distingue les formations suivantes :

A.1.2.1. Formation de grauwacks : PrIII-1

Elle est constituée par des arkoses lithiques avec des siltstones gréseux et tuffitiques

A.1.2.2. Formation des Arénites Arkosiques et lithiques : PrIII-2

Elle est marquée sur la feuille d'Adrar par des Grauwares et Argilites. On a des Arénites sur la feuille de kseibat et dans les bassins de Tindouf, d'Ilizi et Reggane, et dans la région de Béchar ou des coulées sont également visibles.

B. LE PALEOZOÏQUE :

Les formations de cet âge sont nettement discordantes sur le socle antécambrien. Elles sont formées d'une puissante assise de roches terrigènes et carbonatées du Cambrien, Ordovicien, Silurien, Dévonien et du Carbonifère (Fig. 10)

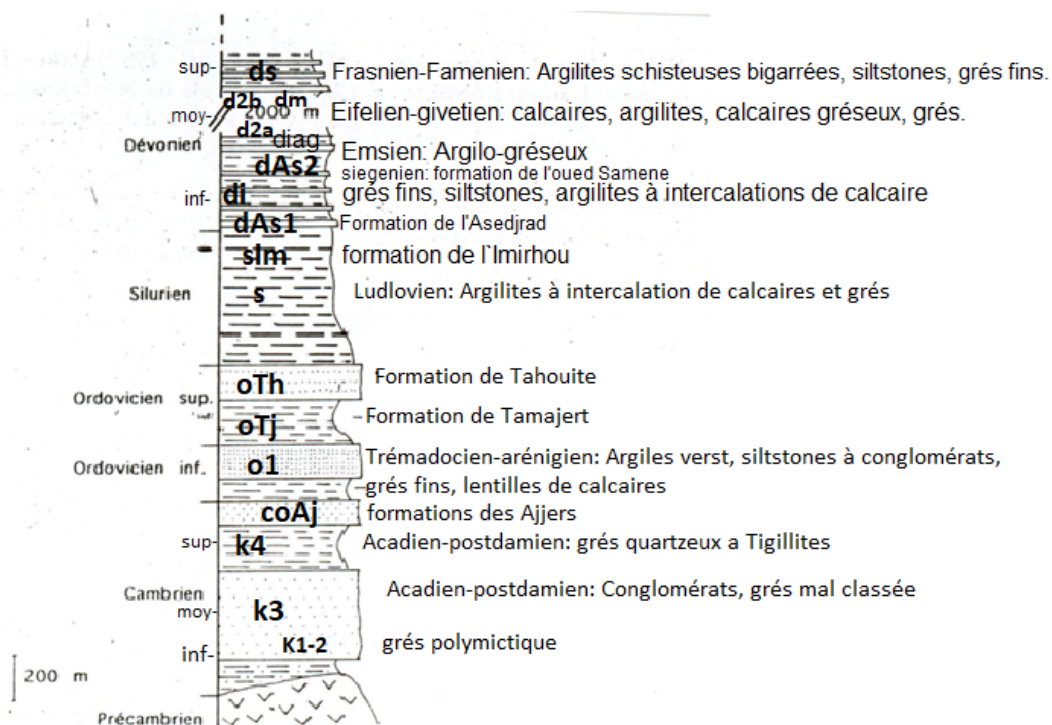


Figure n°12 : Colonne stratigraphique synthétique des formations paléozoïques (D'après Donzeau, 1971 ; Fabre, 1976).

B.1. Le Cambrien :(co-Aj).

Les dépôts sont largement répandus dans les parties marginales de la dépression de Reggane et d'Azzel-Matti. Sur la feuille de Reggane et Tanezrouft, on a des formations Ajjers(co-Aj).

B.1.1. Le cambrien inférieur : Acadien-post Damien K1-2, K3

Le Cambrien inférieur affleure sur la feuille d'Adrar par des grès grossièrement grenus, à petits galets qui évoluent vers des grès rubéfiés et des conglomérats. Sur la feuille de Kseibat on a des grès polymictique K1-2.

B.1.2. Le cambrien supérieur : l'Acadien-post Damien K4 :

Il est caractérisé par des quartzites Tigillites et des schistes grés-argileux avec des empreintes de Lingulae. Son épaisseur atteint 300m, et diminue vers le Sud du bassin de Reggane pour atteindre 70m (d'après les forages pétroliers), (D'après Donzeau, 1971 ; Fabre, 1976).

B.2. L'Ordovicien O :

B.2.1. Trémadocien-arénigien: O1

Sur les feuilles de kseibat et dans la région d'Adrar, Il est constitué par des formations terrigènes à prédominance de grés fins, silts stones à niveau de conglomérat.

B.2.2. formation de Tamadjert (oTj) :

Dans le bassin de Reggane, les dépôts ordoviciens sont représentés par un ensemble grés-argileux. Ce dernier présente une épaisseur maximale de 550m au centre du bassin et diminue progressivement en allant vers le Sud (région d'Ouallen – Brini)

B.2.3. formations d'In Tahouite (oTh) :

Elles sont représentés par un ensemble grés-argileux.

B.3. Le Silurien : S

Dans la région d'Adrar et de kseibat on a des argilites à intercalation de calcaire et de grés.

B.3.1. Formation de l'Imirhou: slm

Ces dépôts sont largement développés dans la région de Reggane et la feuille de Tanezrouf. Ils sont composés de deux séries lithologiques ; à la base une unité transgressive marine

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

représentée par des argiles à graptolites ; au sommet une unité dite aussi de passage ou les argiles à graptolites sont accompagnées de grès fins argileux. On a une présence de siltstones. (fig.9).

B.3.2. Formation de l'Asedjad1 : dAs1 : Elle est essentiellement constitué de Grès, et affleure dans la région de reggane et Tanzrouft.

Âge	Ancienne appellation	Découpage	Lithologie	
Emsiens-Couviniens	Grès emsien-couviniens Argiles emsiennes	Dévonien inférieur argilo-gréseux		
Siluro-Dévonien	Grès des Tassili Externe	Barre supérieure (faciès fluvialite)		
	Grès de Foum Imeden			
	Grès d'Idjérame	Formation de l'Oued Samène	Série des alternances	
	Mouydir	Ahnet		
Formation de Tamelrik	Formation d'Assedjad	Zone de passage		
Silurien	Argiles noires à Graptolites			

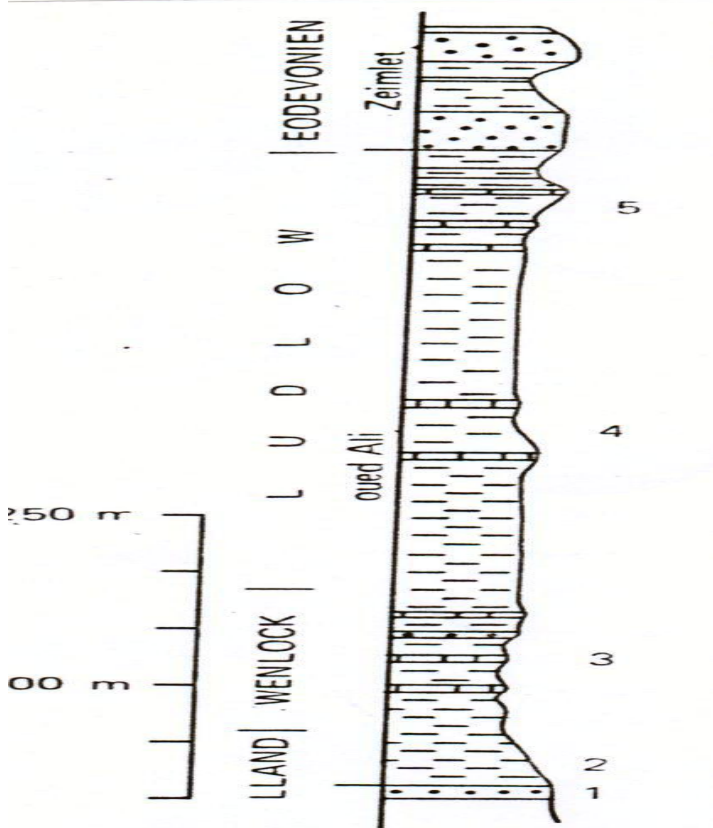


Tableau n°6 : Colonne litho-stratigraphique synthétique du dévonien et Silurien (Talah, 1991).

- 1- grès du Ksar d'Ougarta ;
- 2- argiles Llandovery moyen et supérieur ;
- 3- argiles de passages de calcaires Argilo-dolomitique ; Wenlock
- 4- argiles à rares bancs carbonatés ;
- 5- argiles à lits calcaires à

Scyphocrinites.

L'épaisseur des niveaux carbonatés est

Fortement exagérée

**Figure n°13 : Colonnes stratigraphiques du Silurien des Monts
d'Ougarta**

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

B.4. Le Dévonien :

Les dépôts de cet âge se divisent en trois étages (inférieur, moyen et supérieur) qui ont été mis à jour par les sondages, dans la dépression de Reggane.

B.4.1 LE DEVONIEN INFÉRIEUR

Il est représenté par trois unités lithostratigraphiques; la formation de l'Asedjrad 2 d'âge Lochkovien; la formation de l'Oued Samene caractérisée par deux barres gréseuse d'âge Praguien; et l'ensemble argilo-gréseux d'âge Emsien.

B.4.1.1 Formation de l'Assedjred2 d'As2 (60 m)

Elle commence par la première barre gréseuse qui se trouve au-dessus d'une épaisse combe argileuse du Silurien (dépression intra-tassillienne), et se termine sous la première grande barre qui domine la topographie. Cette formation est formée d'un seul membre :

Elle est matérialisée par trois barres gréseuses de 5 m séparées par des combes d'argile décimétriques à métriques. Les grès à grains fins sont d'épaisseurs centimétriques rarement décimétriques, ont une patine et cassure jaunâtre à marron. L'interface des bancs gréseux présente des stratifications

B.4.1.2. Formation de l'Oued Sememe (Siegenien)

Cette formation est occupée par deux grandes barres bien repérables sur terrain. Elle a été subdivisée en deux membres correspondant respectifs :

Membre inférieur (52 m) :

Il s'agit de la première grande barre B. Il débute par un niveau gréseux massif de 4 à 6 m d'épaisseur à base irrégulière. Le sommet de quelques bancs est bioturbé par endroits ferrugineux. Au-dessus se succède une alternance argilo gréseuse, strato-décroissante, dont l'inter bancs argileux est métriques, et les niveaux gréseux, d'épaisseur décimétrique, sont à grains moyens à

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

grossiers, de couleur grise à la patine, rougeâtre à jaunâtre à la cassure. Les formations C-D sont matérialisées par une combe d'argile (35 m et atteignent jusqu'à 80m) où la partie inférieure est interrompue par deux niveaux de grès à grains fin à moyen, de couleur rouge à marron et faiblement ferruginisé. La surface des bancs est garnie de rides lingoïdes et d'intense perforation biogénique.

Membre supérieur (45 m) :

Il est occupé par la barre (B). A la base, affleure une alternance argilo-gréseuse dont les inter-bancs argileux sont décimétriques à grains fins, à patine et cassure violacé. Au-dessus, on passe à une autre alternance où les niveaux gréseux deviennent massifs, deux niveaux massifs de grès à grains fins à moyen de couleur verdâtre à figures de glissement synsédimentaire telles que les boudins de glissement. Au-dessus, on passe à une barre gréseuse massive (7 à 8 m) qui caractérise la barre (A).

B.4.1.3. Formation argilo-gréseuse de l'Emsien : (150m)

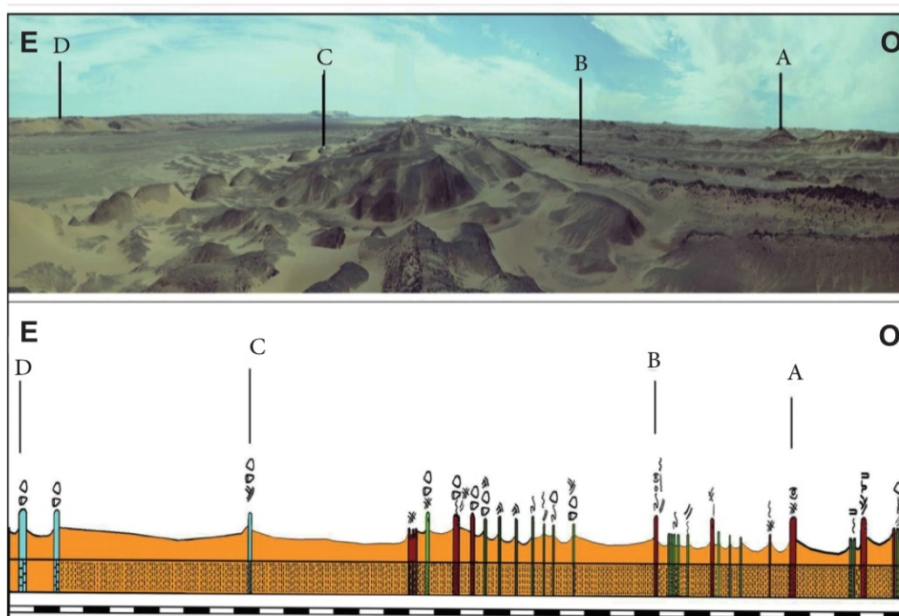


Figure n°14 : vue panoramique d'Ain Ech-Cheikh (Melle KRIM Nesma, juin 2012).

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

La troisième formation est la plus épaisse, dessinée par sept petites barres. Selon la lithologie, on a subdivisé cette formation en deux membres :

Membre inférieur (80 m)

Il est argilo-gréseux, débute par une combe d'argile (30 m) au-dessus de laquelle apparaît une petite barre formée de quatre bancs de grès dont certains montrent des micro-chenaux (C) accompagnés de stratifications entrecroisées..

Une petite combe précède la barre. Cette dernière est une alternance argilo- gréseuse dont les bancs de grès sont décimétriques à grains fins et à paillettes de micas. Quelques niveaux sont fossilifères (brachiopodes, gastéropodes) dont un niveau est micro- conglomératique à la base accompagnée d'une concentration de test de brachiopode et de tiges de crinoïdes. Au-dessus affleure la barre (B8) avec la même lithologie, mais on signale la présence d'un niveau gréseux purement lumachelliquesuperposé par un banc de grès à base ravinée, à sommet perforé et à stratifications entrecroisées.

Membre supérieur (70m):

La partie supérieure de ce membre est une combe d'argile (13 m) clôturée au sommet par la barre. Cette barre débute par un niveau massif qui latéralement se dilate en ensemble de petits bancs à rides de courant. Suivi de deux bancs de grès à grains moyens à grossier micro-conglomératique à conglomératique.

Il est suivi d'une alternance de bancs de grès dépourvus de structures internes et séparés par des inter-bancs métriques d'argile. Le sommet de cette formation est une combe d'argile au-dessus de laquelle apparaît la première barre de calcaire oolithique du Dévonien moyen.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

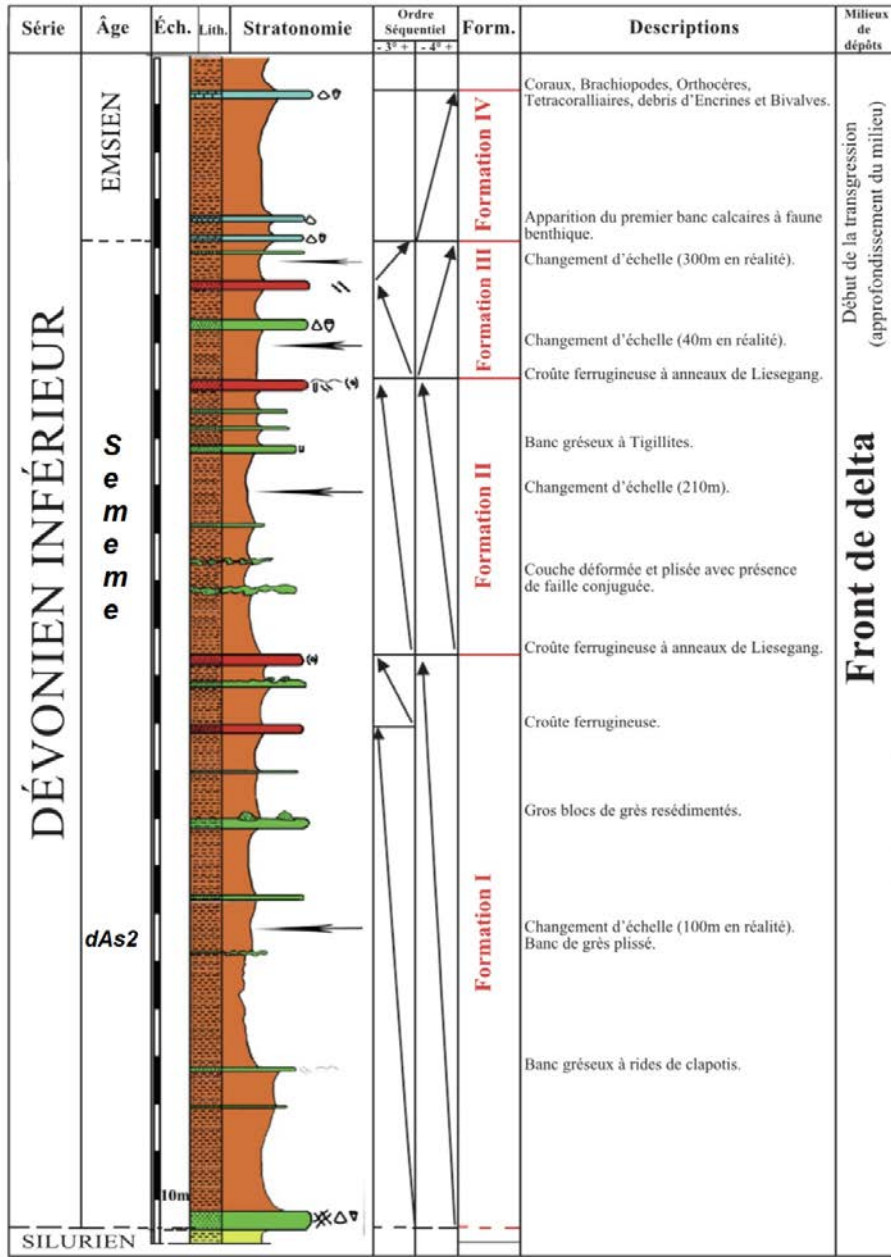


Figure n°15 : Log du dévonien inférieur (Melle KRIM Nesma, juin 2012).

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude


















<p><u>Lithologie:</u></p> <ul style="list-style-type: none">  Argiles  Grès  Grès micro-conglomératique  Grès à concentration coquillière  Calcaire  Calcaire gréseux <p><u>Les structures sédimentaires:</u></p> <ul style="list-style-type: none">  Litages horizontaux  Litages obliques  Stratifications entrecroisées  Litages de rides  Litages de vague 'wavy bedding'  Litages obliques en mamelons (HCS)  Litages de rides grimpantes  Figures de glissement synsédimentaire  Rides de courant  Bioturbations  Terriers verticaux (Skolithos) <p><u>La faune</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼ Brachiopodes ★ Tiges et ossicules de crinoïde ◀ Trilobites ☆ Polypiers ∇ Orthocères ∩ Gastéropodes ∪ Bryozoaires 	<p><u>Abréviations utilisées:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> A: argile C: calcaire Gf: grès fin Gm: grès moyen Gg: grès grossier Sup: supérieur Inf: inférieur For: formation Hg: "hard ground" HCS: horizontal cross stratifications SCS: sedimentary cross stratifications Fer: niveaux ferrugineux
--	---

Figure n°16 : Symboles utilisés (Melle KRIM Nesma, juin 2012).

B.4.2 LE DEVONIEN MOYEN (dm) :

B.4.2.1. EIFELIEN (d2a) ;

Sur les feuilles d'Adrar et du kseibat, il est composé grès fins, on a aussi des siltstones à intercalations de calcaire dm

B.4.2.2. Givétien (d2b) :

Dans le bassin de Reggane, il est marquée par des calcaires à récifs.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

B.4.3 LE DEVONIEN SUPERIEUR :

B.4.3.1. Frasnien (d3a) :

Il est composé de deux parties une partie inférieure composée d'argiles, monotones bariolées et, une partie supérieure composée de grès de MedenYehia, avec de rares inter-lits de calcaires biogènes et de minces intrusions inter-stratifiées de nature doléritique dans les parties inférieures et supérieures de la coupe.

B.4.3.2. Famennien (d3b) :

Il est essentiellement composée d'Argiles et de grès dans le bassin de reggane.

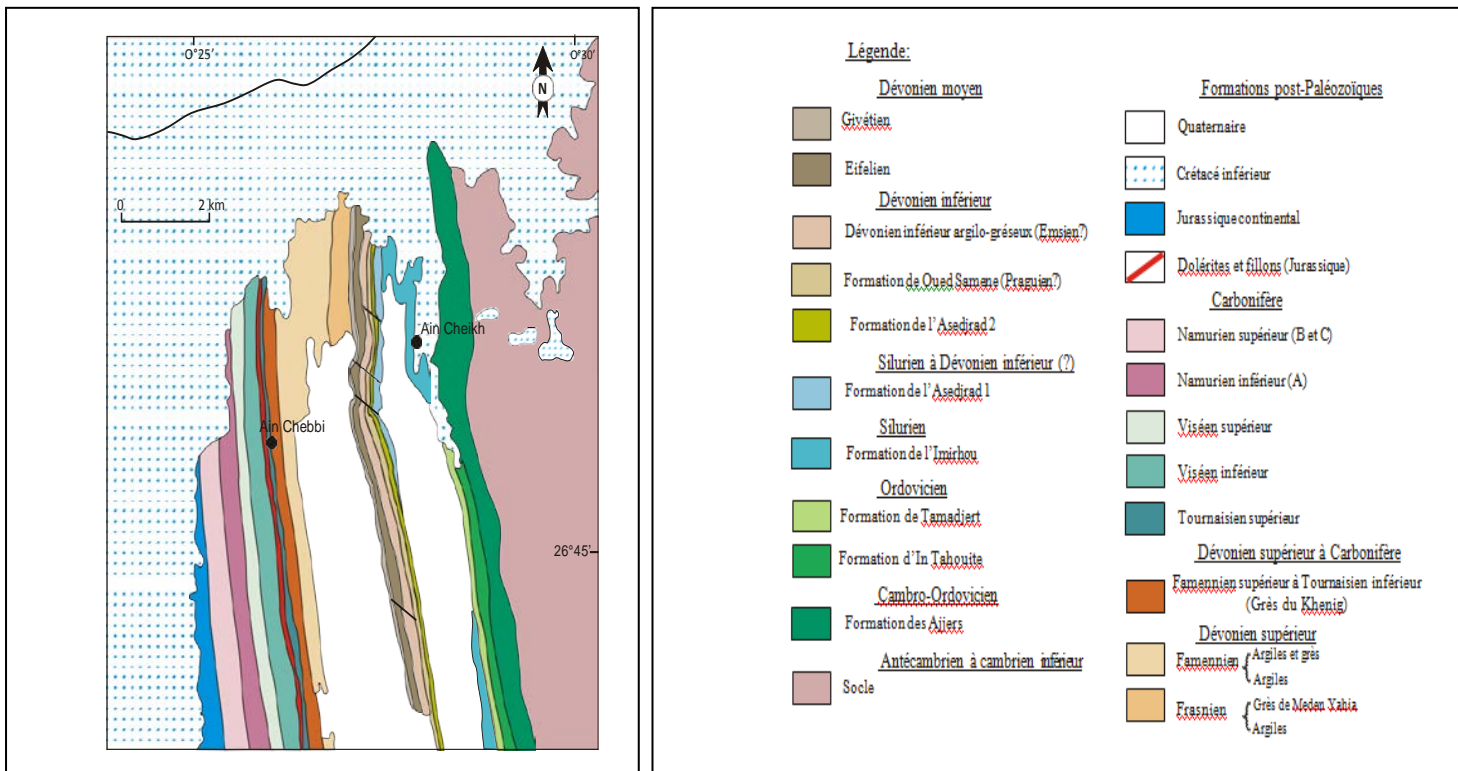


Figure n°17 : Cadre géologique détaillé du secteur d'AinCheikh (inspire par la carte de Reggane 1/200000).

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

B.4.4. LE DEVONIEN SUPERIEUR à Cambrien (dh) :

Elle est constituée dans le bassin de Reggane et Tanezrouft par le Famenien supérieur à Tournaisien inférieur.

B.4.5. Le Dévonien supérieur-terminal :

Il débute par quatre mètres d'argiles à intercalations silteuses et coiffées sur environ deux mètres par des bancs gréseux décimétriques strato et granocroissants à rides d'interférences, rides de courant, slumps et figures de charges (Figure 13 - A). Le tout est surmonté par un banc centimétrique calcaire à bivalves, encrines et gastéropodes.

Il s'ensuit sur environ trois mètres une intercalation de marnes et de silts à bivalves, surmontés par des niveaux décimétriques de calcaire à «poissons » (placoderme), coiffés par plusieurs passées argileuses coiffées par des grès strato et granocroissants à figures de charges, laminations obliques et bivalves (Figure 13 - B). Cet intervalle est également marqué par la présence de sismites ainsi que de plis synsédimentaires.

Il s'ensuit sur environ trois mètres des grès à laminations planes et anneaux de Liesegang(Figure 13 - C). Le tout est surmonté par un grès blanc massif à rides d'interférence.

Une lacune d'observation sur environ 40 mètres ne permet pas de voir les dépôts sus-jacents. Néanmoins, au-dessus de celle-ci, on observe trois bancs gréseux décimétriques à métriques à rides d'interférences.

B.5. Le Carbonifère :

Il comprend trois étages (inférieur, moyen et supérieur) qui se subdivisent en sous étages :

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

B.5.1. Le Carbonifère inférieur :

B.5.1.1. Tournaisien supérieur hTn2 :

Le Tournaisien est représenté par un ensemble grés-argileux intercalé de couches gréseuses recoupées par des intrusions doléritiques inter-stratifiées. On note la présence de Gastéropodes dans les inter-lits de grès calcaireux.

B.5.2. Le Carbonifère moyen :

B.5.2.1 Viséen supérieur hV2 :

Dans le bassin de Reggane, le Viséen est caractérisé par un faciès marin.

B.5.2.2. Viséen inférieur hV1 :

Le Viséen inférieur est largement développés dans le bassin de Reggane, il affleure dans les régions d'Azzel-Matti, HassiTaibine, Ain-Chebbi et Touat. Voir figure 14 ou La coupe débute par des calcaires argileux stratifiés, des marnes et des grès à lentilles de conglomérats à petits galets (à ciment grésocalcaireux), généralement le carbonifère moyen et supérieur (Westphalien et Stéphanien) repose sur la surface érodée de dépôts rubéfiés Namuriens, recouvert, en discordance, par des formations Mésozoïques.

B.5.3. Le Carbonifère supérieur :

B.5.3.1. Namurien Supérieur hN2 :

Commence à partir du Namurien, la sédimentation est typiquement lagunaire, et continental.

B.5.3.2. Namurien inférieur hN1t :

Le Namurien de Reggane est caractérisé par des dépôts épais, rubéfiés, continentaux, remplaçant les formations marines du Viséen.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

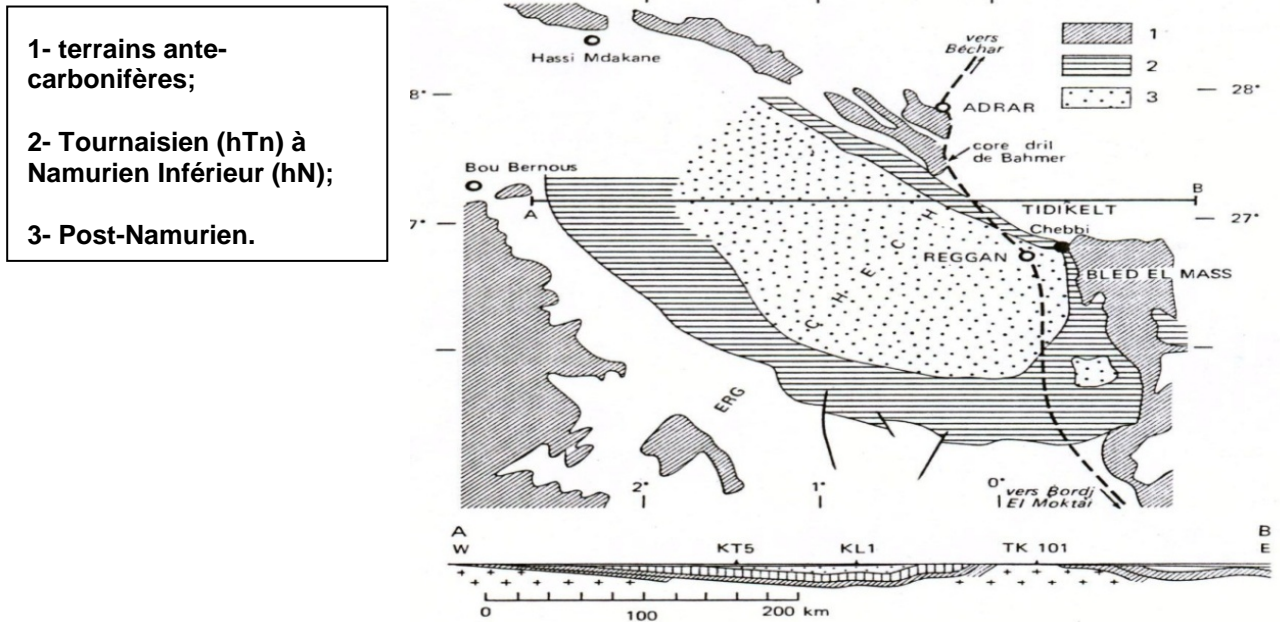


Figure n°18: Carbonifère du bassin de Reggan (D'après Fabre, 1976).

La carte montre l'extension du Carbonifère sous les terrains récents représentés par des sables et argiles du Tertiaire-Quaternaire et les dunes de l'Erg Chech.

La coupe montre la dissymétrie de cette synclise. Le bord oriental est relevé le long des grandes fractures anciennes qui correspondent à la suture Panafricaine.

• **Le carbonifère à d'Ain Chebbi** est située La coupe d'Ain Chebbi est située 30 km au nord-est de la ville de Reggane, à 26°48' de latitudes nord et 0°26' de longitudes sud

Dans cette partie de la feuille de Reggane, les affleurements fameniens forment une bande étroite qui dessine plus au sud des structures anticlinales et synclinales.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

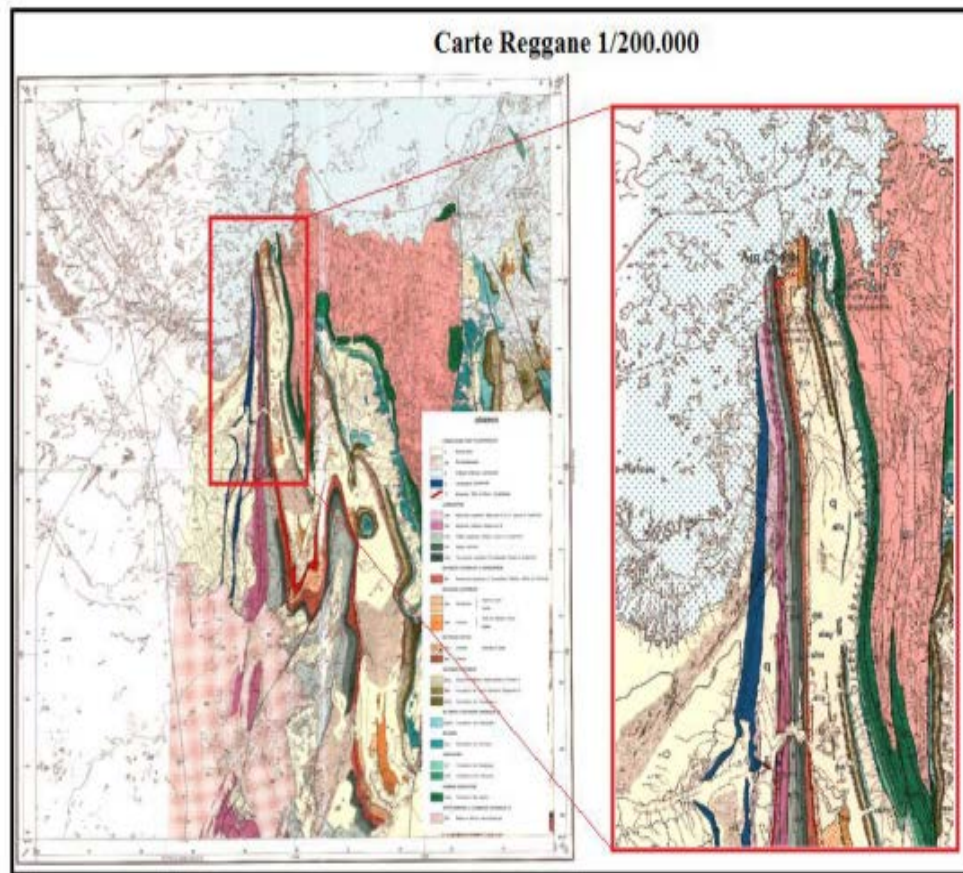


Figure n°19: carte d'Ain Chebbi (Région de Reggane par SONATRACH).

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

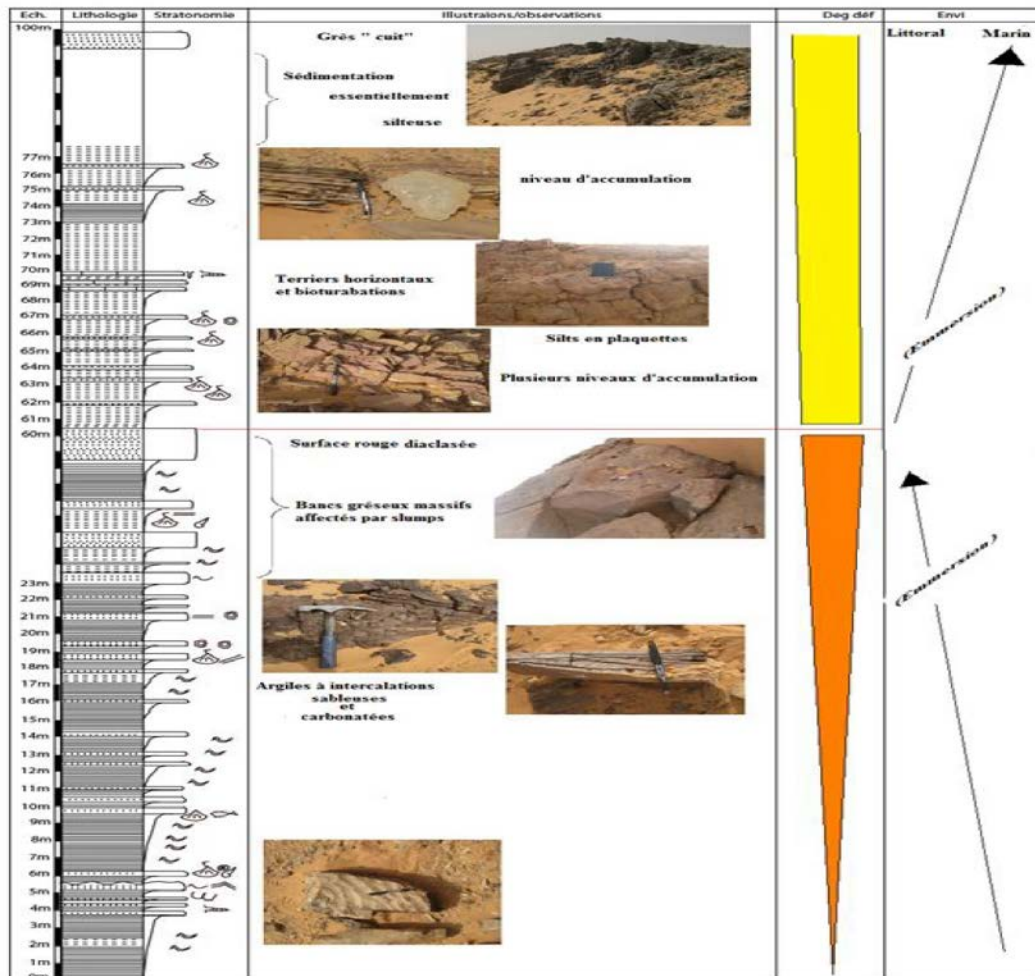


Figure n°20 : Log sédimentologique de la coupe d'Ain Chebbi

C. Mésozoïque :

Il est représenté par le Jurassique et le Crétacé.

C.1. Le Jurassique : Il est représenté par le Lias, le Dogger et le Malm

C.1.1 le Malm :

Il est constitué d'une alternance d'argiles, avec des intercalations de faciès à graviers, galets et grés.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

C.1.2. Le Dogger : caractérisé par Jurassique continental (jc).

. Le Dogger affleurant dans presque toute la zone septentrionale, est représenté par des argilites, aleurolites, sables et grès. Son épaisseur est de 300m, au Nord de Reggane, il est continental.

C.1.3. Le Lias :

Il est constitué par des évaporites dans lesquelles on trouve des dolérites (σ) à sils et filons (feuilles Reggane, Tanezrouf), son épaisseur variable peut atteindre 200m

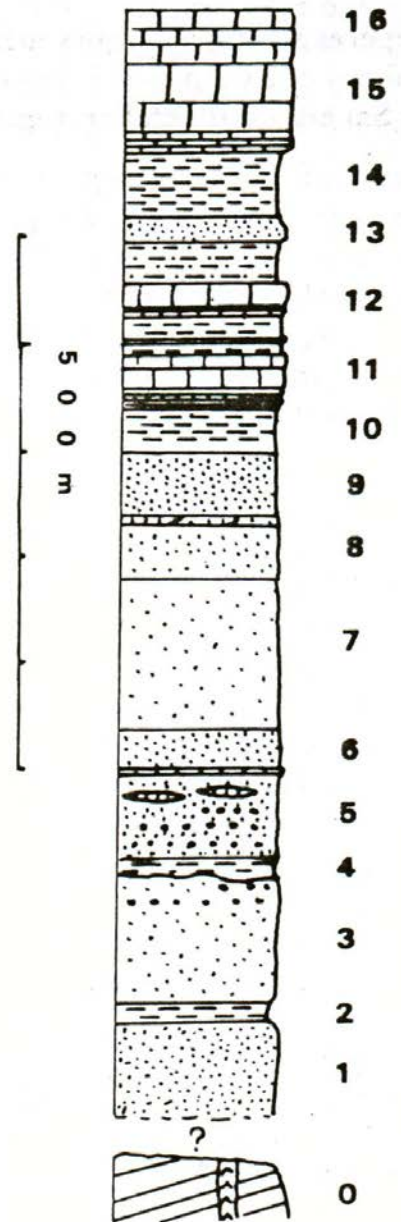
C.2. Le Crétacé inférieur: Il est Continental intercalaire (Ci).

Le continental intercalaire repose, en discordance angulaire et stratigraphique sur les surfaces ravinées, altérées des formations les plus anciennes. (Fig.22).

Dans les feuilles de Adrar et kseibat il est caractérisé par des argiles gréseuse, grès à débris de diverses couleurs, de reptiles et d'Araucariacées, sur lesquels s'est mise en place une dalle de grès-quartzite de 1 à 2m d'épaisseur, surmontant un conglomérat à bois silicifié et à ossements de reptiles.

Figure n°21 : Coupe synthétique des terrains crétaqués dans le Gourara et le Tademaït (Lefranc, 1974).

- Description du log (figure22) :



Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

0- socle paléozoïque plissé, traversé, à Reggan, par des dolérites

Jurassiques inférieurs ;

1- sables de Toubchirine;

2- argiles de Rheilar attribués au Jurassique-Néocomien;

3- sables d'Ouadja;

4- argiles d'El Feiza;

5- gravier d'Oumrad à bois silicifiés;

6- "Dalles Quartzites";

7- sables et quartzites du Méguidène;

Les niveaux 3 à 7 sont attribués au Barrémien-Aptien;

8- sable à vertébrés de Samani à lamellibranches, Chéloniens,

Crocodiliens, dinosauriens, poissons ;

9- sables lités de Samani (8 et 9 attribués à l'albien) ;

10- argiles d'El Goléa ;

11- horizons à hoplites, Vascoceras, Neolobites;

12- dalle turonienne (10 à 12 représentent le Cénomano-Turonien);

13- grès d'In Belbel à débris végétaux, poissons, Estheria, Ostracodes ;

14- argiles à gypse d'AïnMezzer à charophytes (13 à 14 Sénonien);

15-16- calcaires d'Aïn el Hadjar à Huîtres, oursins etc. à la base,

Ranicotalia, Flinthia au sommet (16). Cette dalle sommitale est datée Maastrichtien-Paléocène.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

Les conglomérats et gravellites sont fortement cimentés, de couleur brunâtre, jaunâtre et grisâtre. Les dimensions des galets sont variables, allant des débris, jusqu'aux blocs, et de forme arrondie.

Cet ensemble est surmonté par une série argileuse de 40 à 100m d'épaisseur, à intercalation de grès à dragées de quartz. La coupe se termine par des argiles versicolores, à bancs gréseux.

D. LE CENOZOÏQUE :

D.1. Quaternaire Supérieur :

Au cours des travaux réalisées sur le quaternaire de la région, vu qu'il constitue le placer diamantifère de Djebel Aberraz (R.Hamlet, 1996). La quaternaire repose sur les terrains infracambriens, paléozoïques et crétacés. Dans la région d'El Kseibat.

D.1.1. Quaternaire supérieur Dunaire QD :

L'épaisseur des dépôts est variable, et atteint 50m dans le bassin de Tanezrouft. Elle diminue progressivement de 30 à 20m, en allant vers le Nord – Ouest. Ces dépôts sont représentés par des sables, grès grossièrement grenues, consolidés par un ciment argilo-carbonaté et calcaire, intercalés de galets et conglomérats bien roulés à ciment terreux, ferrugineux et parfois gypseux. Les sables sont essentiellement quartzeux, de couleur gris jaunâtre et gris verdâtre mal calibrés

D.1.2. Quaternaire alluvionnaire Q3 :

Il a une épaisseur de 25m (Eglab-Ouallen) et qui diminue progressivement vers l'Est dans la direction de la structure A

zzel-Matti pour atteindre 5m. Vers les Régions d'Adrar-Kseibat les galets atteignent la taille de 8cm, jusqu'aux blocs.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

D.2. Quaternaire Supérieur et Moyen Q3-2 :

Ce quaternaire est essentiellement constitué par des alluvions.

D.3. Quaternaire moyen (Q2) :

Il est représenté par des argiles et des sables du deuxième cycle alluvionnaire à croûte calcaire, repose sur le Mio-pliocène et le crétacé inférieur.

D.4. Le Quaternaire Moyen et Villafranchien:

D.4.1. Quaternaire alluviales Q2-1 :

On a une forte présence sur les feuilles d'Adar-Kseibat au Nord, vers la région de Reggane, ce domaine est marqué par des Reg. Ils sont de nature quartzuse, quartzique, gréseuse on a de l'Argile et grès à poissons et coquilles, calcaire à ostracodes et characées sablés

D.5. Quaternaire inférieur Villafranchien:

D.5.1. Villafranchien : Q1b

Il est représenté sur la feuille de Tanezrouft, formant des plaines lacustres du villafranchien (Lumachelles à cardium et ostracodes) Croûte calcaire.

D.5.2. Villafranchien : Q1a

Il y a une forte présence d'Argiles et grès à poissons grés avec des coquilliers calcaire à Ostracode et de sables.

D.5.3. Villafranchien inférieur : Q1.

Les formations de cet âge sont du villafranchien répandues dans la région, où elles occupent le dépôt lacustre par des cuvettes de déflation siluriennes orientales, centrales et occidentales (G.Conrad, 1969). Ce dernier a pu identifier et subdiviser cette formation, dans l'Ahnet – Mouyidir, et la SekhatMkherhan, en

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

attribuant le terme Q1 aux sédiments du pléistocène et on a des calcaire et marne

D.6. plio-Quaternaire : Pq.

Il est complètement érodé. Il repose ; soit sur le Crétacé, soit sur le Jurassique ou le Paléozoïque. Il a été constaté que les sédiments datés du quaternaire (Néogène).

D.7. Tertiaire-Neogène (mp):

Le Tertiaire est tabulaire sur tous les terrains précédents. Il forme, soit d'immenses hammada, ou des buttes témoins (gours). Il se rencontre dans la partie centrale et Sud-Est de la feuille d'EI – Kseibat.

Les formations néogènes se composent de dépôts fluvio-lacustres. Le néogène forme les couches les moins épaisses de la région d'EI – Kseibat ainsi que ceux de la Hammada Chammar. Il recouvre le Continental Intercalaire érodé, et la surface de la vieille pénéplaine remise à jour par l'érosion ante.

En 1992, V.Verjak a identifié trois cycles sédimentaires, dans la cuvette occidentale (Djebel Aberraz).

La description lithologique de ces différentes formations, est la suivante :

- Formation du premier cycle :

Au-dessus des roches paléozoïques caractérisées par des argiles schisteuses, des calcaires et des grès, vient une fine couche de 10 à 30cm d'épaisseur, caractérisée par des schistes argileux fortement altérés et oxydés. Ce niveau renferme des poches de sable du niveau sus-jacent. On y note aussi des niveaux de soufre. Au-dessus, la base du premier cycle débute par un niveau de sables quartzeux, à galets et graviers. Ces derniers sont constitués de quartz, de grès et de débris de schistes arrachés au substratum. Leurs dimensions varient de 0,5 à 2cm.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

L'argile sert de matière liante et constitue 30 % du faciès. On observe un granoclassement, ainsi que des stratifications obliques. Le niveau est de couleur grisâtre, par endroits rougeâtre (oxydé). Son épaisseur varie de 0,5 à 3m. Au-dessus, on note une alternance de ces sables avec des bancs d'argile silteuse de couleur marron, avec des passées grisâtres. Le sable diminue progressivement en épaisseur pour laisser place aux argiles. Au-dessus, une série d'argile marron s'alterne à de fines passées de siltes grisâtre de 1 à 2cm d'épaisseur.

Les argiles forment des bancs de 0,2 à 0,5m. La série argileuse varie de 1 à 5m.

- Formation du deuxième cycle :

En général, ce cycle débute par une couche de sable à boulettes d'argile (arrachées à celles du premier cycle). Il présente, souvent une stratification oblique fine. Plus haut, le sable peut passer aux silts ou argiles, ce qui est dû à l'arrêt des courants, et au caractère calme de la sédimentation dans le bassin lacustre. Les sables éoliens se présentent sous forme de dunes enfouies, ou remaniées.

- Formation du troisième cycle :

Il est composé de rythmes, avec un rythme supérieur, très puissant. Il est constitué de sédiments détritiques, faiblement cimentés par la matrice argileuse, parfois imprégnés de sel. Ce sont en général, des sables, essentiellement quartzeux, à galets de quartz et graviers, formant des lentilles. Par endroits, on note certaines intercalations de bancs argileux, légèrement sableux, formant des passées centimétriques à décimétriques. On note la présence de faune de mollusque, cardium, dans les sables constituant le niveau supérieur du troisième cycle.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

III. CONCLUSION SUR LA GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE :

L'étude géologique a permis de préciser la stratigraphie de la région d'étude et montre qu'il est essentiellement constitué par :

- Le paléozoïque affleure au nord d'El Kesibet et constitue la terminaison orientale des Monts d'Ougarta.

- Le cambrien : il est discordant sur le précambrien formé essentiellement par des grès grossiers présentant des stratifications obliques,

- L'ordovicien : constitué par des conglomérats surmontés par des sédiments argilo-silteux.

- Silurien : représentée par des schistes noirs et de dépôts argilo-carbonatés.

- Dévonien : affleure en grande partie au nord de la région et constituée par des argiles à interlits calcaires silteux et argile à interlits calcaires bioclastique.

- Le Mésozoïque

- crétacé inférieur : représentés par des dépôts détritiques formant le continental intercalaire est constituée par des grès, argiles à stratification entrecroisés.

- Le jurassique continental affleure dans la région de Reggane et Tanezrouft.

- Le Cénozoïque : il est tabulaire sur les terrains précédents formant des Hammada ou des buttes témoins composés de dépôts fluvio-lacustre. Ces terrains sont largement répandus dans la région d'El-Kessibet.

- Le Quaternaire:

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

- villafranchien : représentée par des dépôts fluviatiles, des grès, conglomérats avec intercalation de marnes et calcaires gréseux.
- pléistocène : constituée par des dépôts alluvionnaires congloméra-gréseux surmontée par des dépôts évaporitiques de moindre importance.

Du point de vue structurale, la région d'étude est caractérisées par l'action conjuguée d'une tectonique souple qui affecte les séries volcano-sédimentaires du Protérozoïque; et une tectonique cassante formant un système perpendiculaire nord-ouest / sud-est et sud-ouest / nord-est.

CHRONO - STRATIGRAPHIE		LITHOLOGIE GENERALE (Boudjema, 1987)	Description (Boudjema, 1987)
NEOGENE	Pliocène		conglomérat
	Miocène		marne, gypse et grès
			gypse, marne, calcaire, et conglomérat
	Oligocène Egène Paléocène		grès et marne. Discordance Pyrénéenne calcaire et marne
CRAÏAQUE	Sénoulien		anhydrite, calcaire, dolomie marne et argile
	Turonien		calcaire - dolomie
	Cenomanien		anhydrite, dolomie et marne
	Albien		grès et argile et dolomie
	Aptien		Discordance Autrichienne
	Barremien		grès et argile
	Néocomien		grès et argile dolomitique
JURASSIQUE	Malm		anhydrite, calcaire - dolomie marne et grès
	Dogger		argile, grès, calcaire et anhydrite
	Lias		sél, anhydrite et argile

Figure n°22 : Colonne stratigraphique type du Sahara (d'après Boudjema A., 1987)

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

IV. TECTONIQUE ET MAGMATISME DE LA REGION D'ETUDE

Une disposition tripartite des étages structuraux est bien distincte dans la structure géologique de Bled-el-Mass. Les plus anciennes sont des formations orogéniques assez fortement plissées du Protérozoïque. Sur celles-ci, reposent une couverture de plate-forme de dépôts plissés du Paléozoïque.

Au-dessus de ces derniers enfin, on trouve les dépôts continentaux du Crétacé inférieur, dont le repos est entièrement horizontal.

A l'intérieur de dépôts du Protérozoïque, les plans axiaux des plis sont généralement étroits, ces derniers étant le plus souvent droits. L'existence aussi des plis déjetés à couches renversées. Le degré de complication est décidément fonction d'une susceptibilité de roches sur les déformations tectoniques. Dans les complexes constitués de bancs épais de conglomérats ou de grauwaekes, les plis sont droits, en revanche, les failles normales sont plus nombreuses. Dans les séries où l'on trouve de multiples et épaisses intercalations de métapélites, sont nombreux les plis disharmoniques et les déformations mineures.

On suppose que le Protérozoïque s'est trouvé définitivement plissé au cours des mouvements syn-varisques. Plusieurs failles, notamment celles orientées N-S, ainsi que de nombreux décrochements se sont mis en place au Protérozoïque à cette époque.

Les dépôts d'âge paléozoïque forment de vastes plis à surfaces axiales éloignées s'étendant sur des dizaines de kilomètres. Les pendages ne sont pas en principe trop grands (5 à 20°). Les pendages plus verticaux ont été constatés dans les zones situées à proximité des failles ou aux contacts avec les sills de dolérites.

De grandes zones de failles méridiennes, ce sont des fractures rejouées, à tendances très profondes. A notre avis, les structures du Paléozoïque sont postérieures au Namurien inférieur, étant donné les mouvements verticaux des blocs du socle cristallin.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

Au Jurassique inférieur, à cause d'une fracturation et séparation du Craton-Ouest-Africain, (J.Conrad- 1972), il se forme des sills et des dykes de dolérites développés exclusivement dans la partie -Ouest de Bled-El-Mass.

Une fois les roches du Jurassique Continental mises en place, avant la sédimentation du Continental Intercalaire (Crétacé Inférieur), le Bled-El-Mass aurait dû être soulevé. Le pendage de 8 à 12° à l'Ouest des dépôts du Jurassique Continental, peut en servir de preuve.

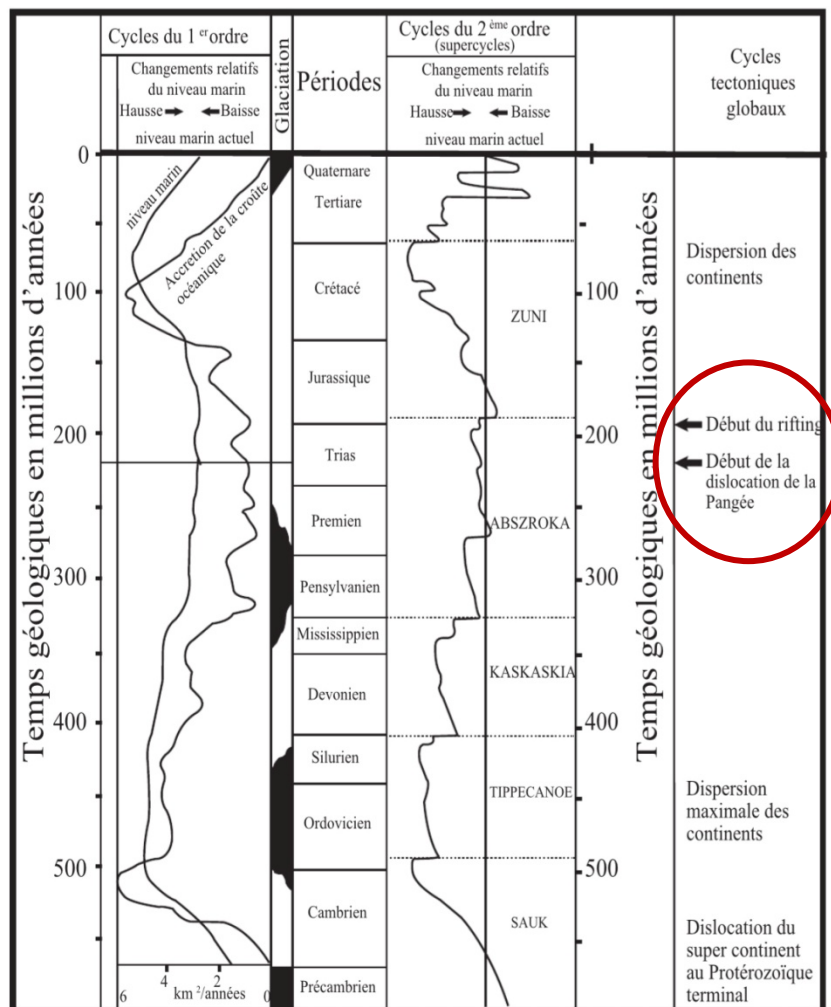


Figure n°23: Tectonique (Vail and al., 1977 In: Herkat, 2007)

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

V. MINÉRALISATION

Selon les résultats de l'échantillonnage du Protérozoïque terminal (189 échantillons) et du Protérozoïque supérieur (306 échantillons) par **MM-M. WILCZ'INSKI et W. MOSCICKI en 2004 (Annexe)**, qui se prêtent à une élaboration statistique., l'analyse spectrale a permis de déterminer les éléments géochimiques

suivants : Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, o, N, Cu, Ag, Pb, Zn, Sn, Sb, Bi, Col, As, P, Ba, Sr, Zr, Nb, In, B e, Li, Tl, La1 Y, Hf, Ta, Ga, Ge, Ce, Yb, dont la plupart était des éléments en traces. Pour les analyses postérieures ont été choisis : V, Mo, Cu, Zn, Sn, soit ceux qui avaient démontré la plus grande variabilité. Les résultats en sont illustrés au de minéralisation de la feuille de Reggane. Il n'est pas possible d'établir une carte d'anomalies géochimiques, c'est parce-que, par exemple, le nombre de points anormaux de Cuivre est 2 au Protérozoïque terminal.

Ci-après, les éléments qui démontrent les teneurs anormales dans 1es rochent du Protérozoïque.

Cuivre (Cu)

Comme il a été déjà dit ci-dessus, au Pr. III il y'a deux points anormaux de 150 ppm chacun, tandis qu'au PrII-III et les trois autres, la teneur maximale est de 200 ppm. La teneur élevée en Cuivre dans tous ces points est liée avec des grauwackes, celles-ci, étant riches en débris de roches volcaniques, notamment andésites. Le coefficient de concentration (Tableaux n°4,5) est pourtant bas et va de 0,76 à 2,4.

Zinc (Zn)

Dans les grauwackes et les microconglomérats du Protérozoïque supérieur (Pr. II-III), 7 points anormaux dispersés ont été distingués, dont la teneur moyenne est de 150 à 200 ppm, allant dans un cas jusqu'à 700 ppm. Tout comme pour le Cuivre, les teneurs élevées en Zinc doivent être associées aux débris de roches volcaniques qui apparaissent dans les roches.

Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

Etain (Sn)

Les teneurs en ce métal dans les dépôts du Protérozoïque terminal sont inférieures au DTA. Au Protérozoïque supérieur (Pr. II-III), une teneur dans un échantillon d'un conglomérat a dépassé 10 ppm.

Molybdène (Mo)

Un seul échantillon a montré une teneur en ce métal nettement supérieure au DTA, ayant atteint 20ppm. Ceci, est lié à des argilites du Protérozoïque terminal (Pr. III).

Vanadium (v)

Les teneurs sont peu nombreuses et peu élevées en cet élément (150 – 200 ppm), sont exclusivement associées aux dépôts argileux du Protérozoïque.

Fer (Fe)

Au Dévonien inférieur, la présence d'un banc d'oolithes ferrugineuses épais de 15 cm, dans lequel la teneur en Fe_2O_3 est de 74,8%, et en Fe (total) 52,4 %. Ceci, est sans doute un équivalent des gisements de Gara-Djebilet mais, sans importance économique dans notre cas.

Le diamant

Le diamant a été observé surtout dans la région de Reggane et partiellement à Kseibat sous forme de grains sub-arrondis dans les formations détritiques du Quaternaires et du Cénozoïque (formations du Continental intercalaire) où il constitue des trainées de dispersion en association avec les minéraux accompagnateurs tels que le pyrope, le chromo-spinelle, le chrome-diopside...etc.

Les minéralisations primaires n'ont pas été repérées dans cette région.

CHAPITRE III :

GÉNÉRALITÉS SUR LE SIG

1. Introduction :

Un SIG « système d'information géographique » appelé autrefois SIRS « Système d'Information à Référence Spatiale » est une organisation structurée de ressources permettant d'acquérir les données à référence spatiale, de les conserver, de les traiter et d'en diffuser les résultats.

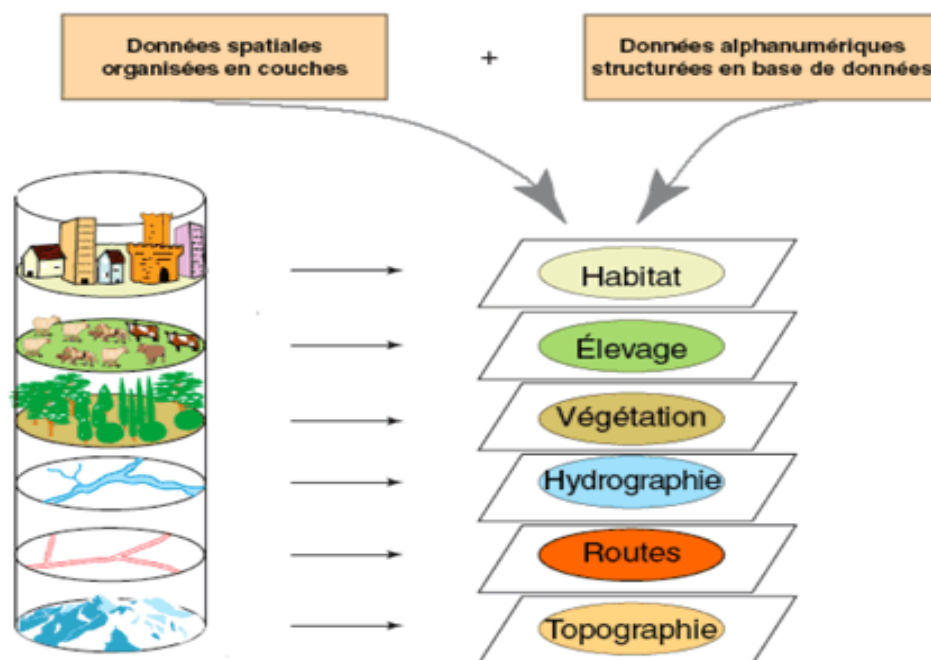
Le système d'information géographique permet de stocker, manipuler, gérer et analyser des données de façon à pouvoir en extraire facilement les synthèses utiles à la prise de décision.

On appelle donnée à référence spatiale toute donnée pouvant être localisée de façon directe (une école, une route...) ou indirecte (une adresse, un propriétaire...) à la surface de la Terre.

Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couches thématiques (relief, routes, bâtiments...) structurées dans des bases de données numériques.

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

Structurer l'information géographique



Base de données géographique = ensemble de couches superposables

Figure n°23 Base de données géographique.

III.2 Les composantes d'un SIG :

Un système d'information géographique est constitué de cinq éléments majeurs :

III.2.1. Matériel: Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

III.2.2. Utilisateurs: Les SIG s'adressent à des utilisateurs très différents (urbanistes, géographes, élus, militaires, commerciaux, géologues, informaticiens...) et aujourd'hui, en particulier avec l'apparition des SIG sur Internet n'importe qui peut être amené à utiliser un SIG.

III.2.3. Méthodes: Différentes compétences techniques sont indispensables à la mise en œuvre et à l'exploitation des SIG comme par exemple des

connaissances en géodésie, en analyse des données, en sémiologie graphique ou encore un traitement informatique.

III.2.4. Données : Les données sont certainement les composantes les plus importantes du SIG. Les données géographiques et les données attributaires (ou tabulaires) associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données. Elles peuvent être de trois types :

a) Données géographiques : Les données géographiques sont des données localisées auxquelles on associe une forme et des paramètres d'affichage (couleur, épaisseur du trait..). Elles peuvent être de type raster ou vecteur. Les données géographiques peuvent avoir 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...).

b) Données attributaires : Les données attributaires caractérisent les données géographiques (nom d'une route, nombre d'habitants dans un immeuble localisé,...).

c) Métadonnées : Les métadonnées décrivent directement la ressource c'est-à-dire ici les données, ce sont « les données sur les données » comme par exemple la date d'acquisition, le nom du propriétaire...etc. ».

III.2.5 Logiciels :

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Les logiciels font aussi le lien entre les données, le matériel et les utilisateurs. A partir d'une interface graphique, l'utilisateur va interroger une base de données afin de visualiser et d'analyser ces différentes informations. Les logiciels offrent les fonctions élémentaires suivantes :

- Acquisition : saisie, intégration et échanges des informations géographiques sous forme numérique.

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

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



Figure n°24 : Les composantes d'un SIG

III.3. Présentation des données dans un SIG :

III.3.1. Mode Raster : Le mode raster ou mode matriciel décrit l'image sous la forme d'une matrice de pixels. Chaque matrice représente une couche d'information.

Les données raster proviennent soit d'un scannage d'une carte, soit d'une image numérique telle que les images satellites (Fig.III.3).

Le mode raster est intéressant pour les réalités continues (plage de couleur, paysage...) mais de par la taille des cellules, le rendu est souvent

imprécis et de qualité esthétique médiocre, en particulier après un zoom. La combinaison des différentes couches d'information se limite à une simple superposition des matrices et les attributs sont faciles d'accès malgré une forte demande en mémoire pour le stockage.

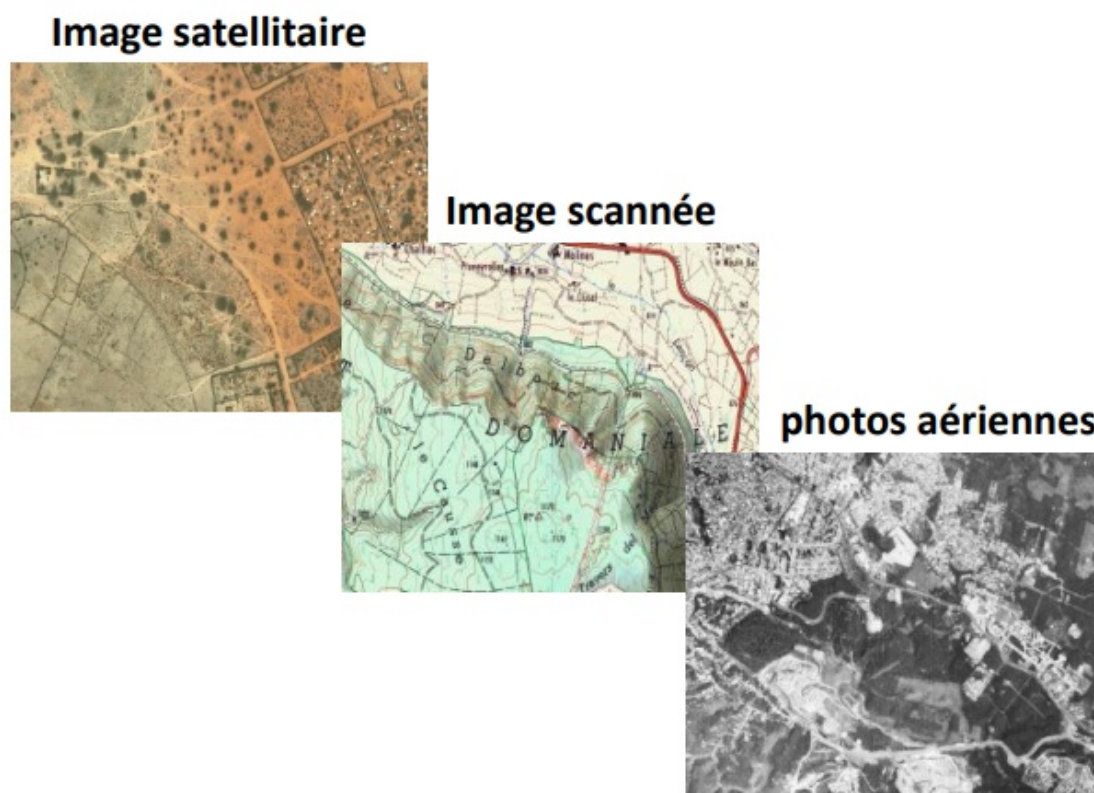


Figure n°25 : Exemple de données rasters.

III.3.2. Mode Vecteur :

Le mode vectoriel correspond à une vue discrète du monde, constitué d'entités distinctes, contrairement au mode raster qui correspond à un modèle continu. Dans le mode vecteur les entités du monde réel sont traduites au moyen de formes géométriques exprimant leur contour, et les informations sont regroupées sous la forme de coordonnées (x, y). Il existe trois grandes formes de base : Les points, les lignes et les polygones.

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

Les données vectorielles sont la plupart du temps le résultat de la numérisation manuelle ou semi-automatique.

➤ Les points : ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes, ou des par des entités qui n'ont pas de surface réelle 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 ont une longueur mais pas de surface 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...

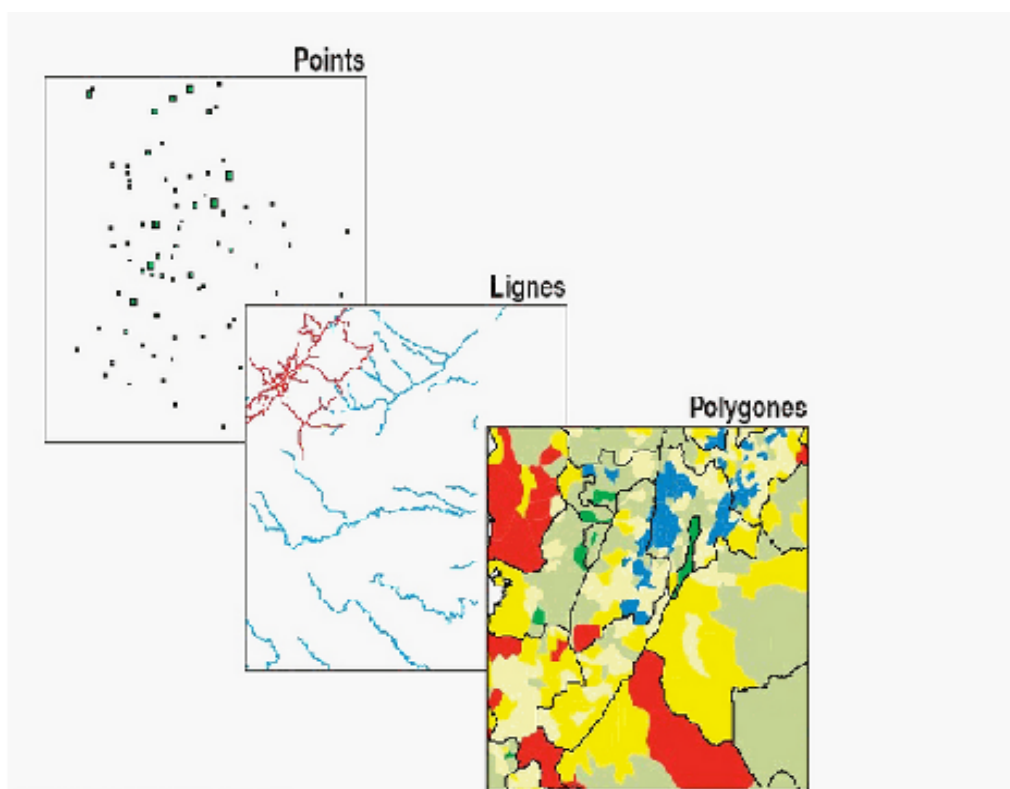


Figure n°26 : Exemples de données vectorielles.

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

III.3.3. Comparaison des modes vecteurs et rasters :

Aucunes des deux formes de présentation des données ne convient au mieux pour toutes les applications d'un SIG, et le choix de la forme et du mode de traitement sera en fonction du type

Bien que les deux modes se distinguent par une organisation différente des données, aucun des deux ne convient au mieux pour toutes les applications d'un SIG, et le choix de la forme et du mode e traitement sera en fonction du type de phénomène à étudier, et certaines applications peuvent même faire appel aux deux modes.

On rajoute que les informations modelées des deux modes peuvent être converties d'un mode vers un autre et vice versa.

Le tableau suivant expliquera les principales différences entre le deux modes :

MODE	AVANTAGES	INCOVENIENTS
RASTER	<ul style="list-style-type: none">• Structure de données simples;• Compatible avec des données à distance sentie ou analysées ;• Procédures spatiales simples d'analyses.	<ul style="list-style-type: none">• Exigeun plus grand espace mémoire sur l'ordinateur ;• Selon la taille de pixel, le rendement graphique peut être moins agréable ;• Les transformations des projections sont plus difficiles ;• Plus difficiles de représenter des rapports topologiques.
VECTEUR	<ul style="list-style-type: none">• Exige moins d'espace de mémoire a disque ;• Les rapports topologiques sont aisément maintenus ;• Le rendement graphique plus étroitement aux cartes tirées par la main.	<ul style="list-style-type: none">• Structure de données plus complexes ;• Non compatibles avec des données à distance senties ;• Le logiciel et le matériel sont souvent plus chers ;• Quelques procédures spatial d'analyses peuvent être plus difficile ;• Recouvrement des multiples cartes de vecteur est souvent long.

Tableau n°07 : Comparaison entre le mode VECTEUR et le mode RASTER.

III.4. Les Avantages d'un SIG :

Les logiciels SIG nous permettent de :

- Disposer les objets dans un système de référence géo référencier.
- Convertir les objets graphiques d'un système à un autre.
- D'extraire tous les objets graphiques situés à une distance donnée d'une route.
- Fusionner des objets ayant une caractéristique commune (par exemple : toutes les maisons raccordées a 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.5. Le SIG et la Géologie :

La géomatique regroupe l'ensemble des moyens et méthodes permettant de représenter, d'analyser et d'intégrer des informations géographiques. Ces trois actions pourraient définir le cycle perpétuel de travail d'un service géologique moderne.

III.5.1 Construction du SIG géologique :

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

- Décrire fidèlement et de manière exhaustive le contenu de la carte géologique.
- Associer les différents objets constitutifs de la carte dans des thèmes conformes à leurs significations géologiques.
- Etablir une méthode de construction topo logiquement « propre », (par exemple au niveau de la superposition de lignes dans différents thèmes) mais néanmoins rationnelle en terme de cout de production.

- 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.

III.6. 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 différents plans 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.

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.

III.7. 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 (briques) 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 le SIG chaque ligne appartiendra à un ou plusieurs thèmes. Comme élément constructif de polygones (ou comme élément linéaire) signification structurale ou morphologique.

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

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 reconstruction géométriques permet par ailleurs de garantir la cohérence topologique et sémantique du SIG.

III.8. Utilités d'un SIG :

Les professionnels dans de nombreux secteurs utilisent Arc GIS dans un large éventail d'applications, incluant la planification et l'analyse, la gestion d'actifs, la sensibilisation opérationnelle, les opérations sur le terrain telles que l'inspection mobile et le déploiement d'urgence, les études de marché, la gestion des ressources, la logistique, l'éducation et la sensibilisation. En général, ces professionnels utilisent le SIG car il les aide à :

- Résoudre des problèmes.
- Prendre de meilleures décisions.
- Planifier avec succès.
- Faire un meilleur usage des ressources.
- Anticiper et gérer le changement.
- Gérer et exécuter des opérations plus efficacement.
- Promouvoir la collaboration entre les équipes, les disciplines et les institutions.
- Accroître la compréhension et la connaissance.

- Communiquer plus efficacement.

III.9 Domaines d'application d'un SIG :

En raison même de leur polyvalence, les SIG ne se prêtent pas à une description exhaustive de leurs applications. Néanmoins, deux approches peuvent être suivies :

- Un classement par type de territoire, depuis le niveau communal jusqu'au niveau mondial.
- Un classement par domaine d'application, avec des SIG à caractère thématique.

III.9.1. L'Approche territoriale :

- Les communes et les villes.
- Les départements.
- Les régions.
- Le niveau national.
- Le niveau international.

III.9.2. L'Approche par domaines d'applications :

➤ La géologie et les matières premières : en termes d'applications, les domaines abordés concernent notamment la gestion et la projection des nappes souterraines et la recherche de gisements d'hydrocarbures.

➤ L'agriculture : en Algérie, les directions départementales de l'agriculture et des forêts ont développés de nombreuses applications : maîtrise des pollutions agricoles, prévention des incendies et des inondations,...

➤ L'hydrographie, la socio-économie et la santé : ce type de SIG qui comporte une base de données sur les ménages, peut permettre de redéfinir les circonscriptions électorales, de localiser de façon automatique les commerces ou équipements dans une ville donnée ou de surveiller la propagation de maladies infectieuses

➤ **La gestion des réseaux:** Les transports, les télécommunications, le recours au SIG en matière de télécommunication a pour objectifs d'automatiser la documentation sur les réseaux, de mieux adapter l'offre de services aux besoins de la clientèle, les réseaux de distribution (eau, gaz, électricité...). Les plus importantes réalisations concernant les réseaux des villes. Elles permettent notamment d'intervenir pour les branchements, de maintenir le réseau ou d'intervenir rapidement en cas d'incident.

➤ **L'Environnement :** Les SIG de ce domaine s'intéressent surtout aux questions de l'eau (SIG des agences de l'eau), des déchets et de la pollution ainsi que des espaces « naturels » (parc naturels)

10. Fonctionnement d'un SIG sous ArcGIS :

10.1. Couches :

UN SIG stocke les données sous format numérique et les organise par couches appelées «shapefiles» dans ArcGIS.

Chaque couche contiendras un ensemble de données uniques, et c'est qu'en les rassemblant qu'on pourra avoir un document final représentant toutes les données géographiques pertinentes.

10.2 Références géographiques :

Il existe deux types de données, qui sont pris en compte lors de l'étude d'une carte :

- Les données attributaires
- Les données spatiales

10.3 Présentation de l'interface ArcMap :

ArcMap est la principale application d'ArcGIS. Elle permet d'effectuer un large éventail de taches SIG courantes, ainsi que des taches spécialisées spécifiques à l'utilisateur.

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

Elle offre des outils permettant de visualiser, modifier, d'analyser, de compiler et de partager des données dans des environnements 2D et 3D.

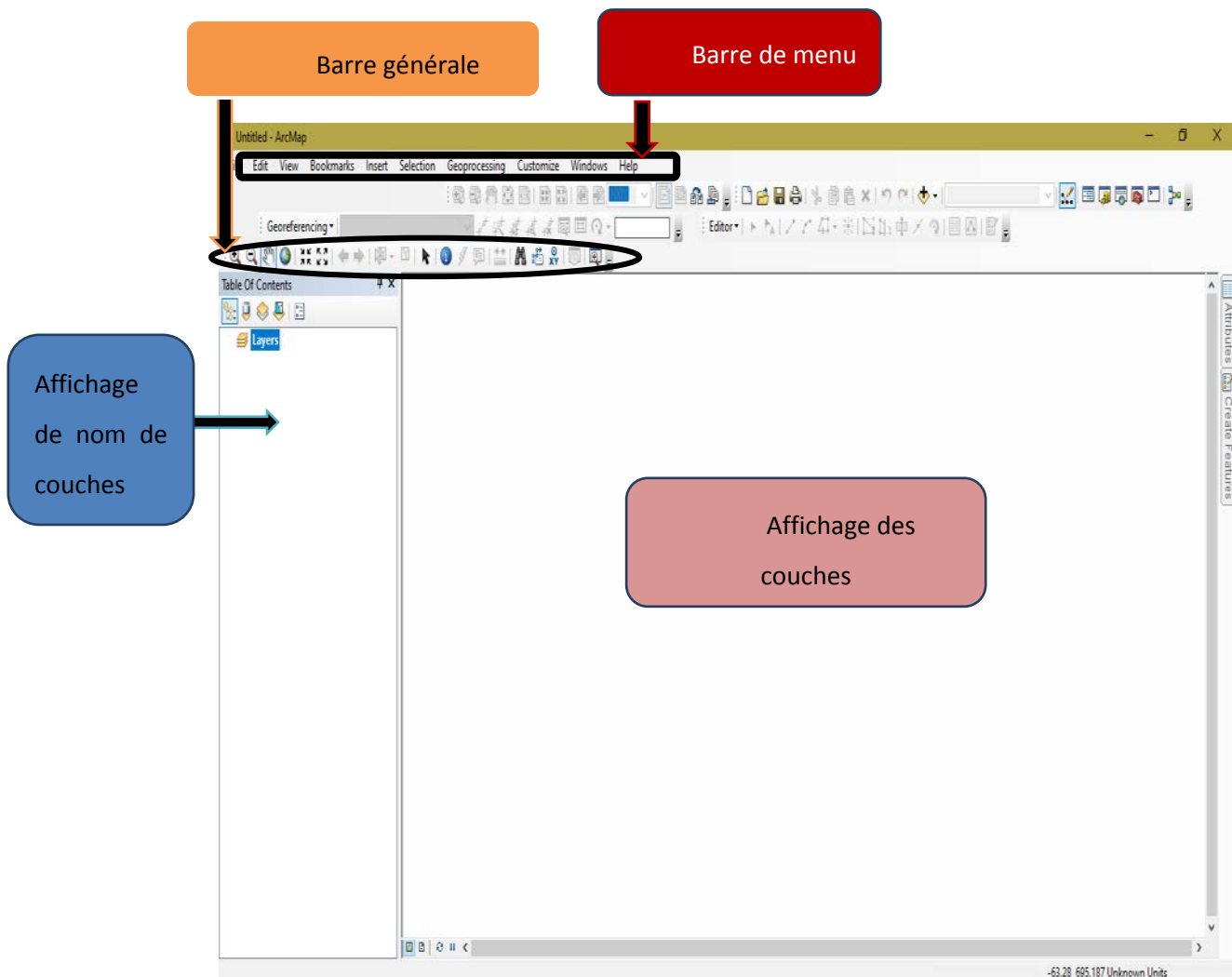


Figure n°27 : Interface ArcMap.

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

L'application ArcCatalog fournit une fenêtre de catalogue utilisée pour organiser et gérer différents types d'informations géographiques pour ArcMap.

ArcCatalog présente ces informations dans une arborescence et nous permet de sélectionner un élément SIG, d'afficher ses propriétés et d'accéder à des outils permettant d'intervenir sur le ou les éléments sélectionnés, ainsi que pour rechercher, localiser et gérer des éléments d'informations.

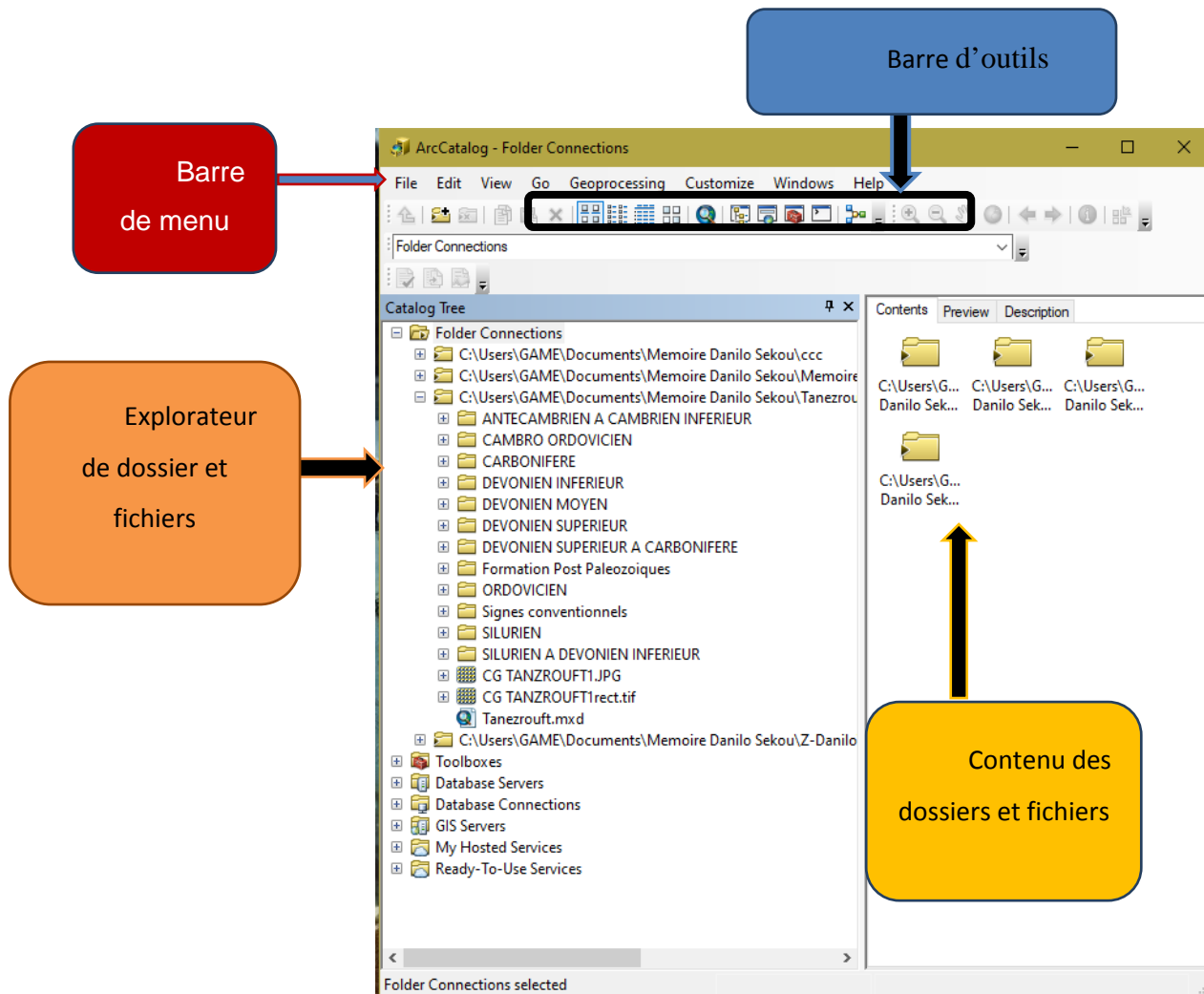


Figure n°28 : Interface ArcCatalog.

10.5. ArcCatalog est principalement utilisé pour les tâches suivantes :

- Organiser notre contenu SIG
- Gérer des structures de géodatabases (créer de nouvelles couches/shapefiles, géodatabases...etc.)

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

- Rechercher et ajouter du contenu aux applications ArcGIS
- Documenter votre contenu → Gérer les serveurs GIS
- Gérer des métadonnées normalisées.

Remarque : Au lieu de recourir à ArcCatalog, il est possible d'ouvrir et utiliser la fenêtre catalogue incluse dans l'application ArcMap.

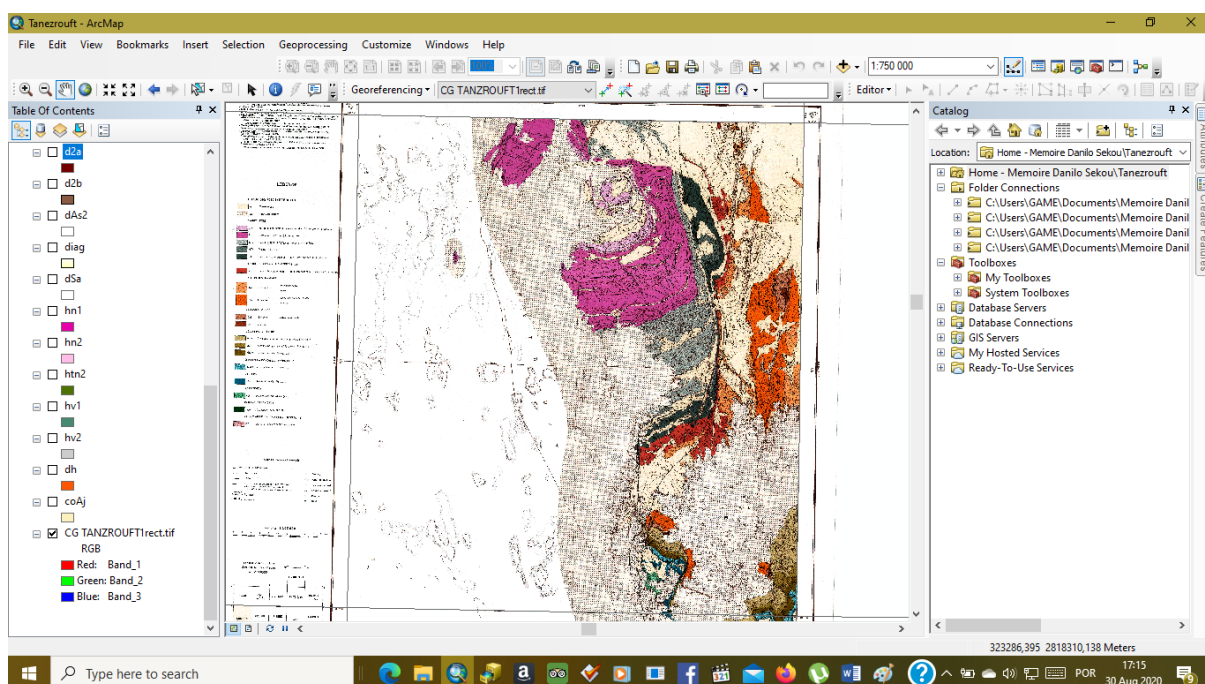


Figure n°29 : Interface ArcCatalog au travers ArcMap.

10.6 Présentation de l'interface ArcToolBox :

ArcToolBox est le module qui nous permet d'accéder à toutes les fonctionnalités de traitement d'analyse. La boîte à outils fournit un ensemble très riche de fonctions de géo traitement. 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

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

standard, ou en sélectionnant Géo traitement> ArcToolBox. En cliquant sur un outil, une fenêtre correspondant à ce dernier s'ouvre, nous permettant de la 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.

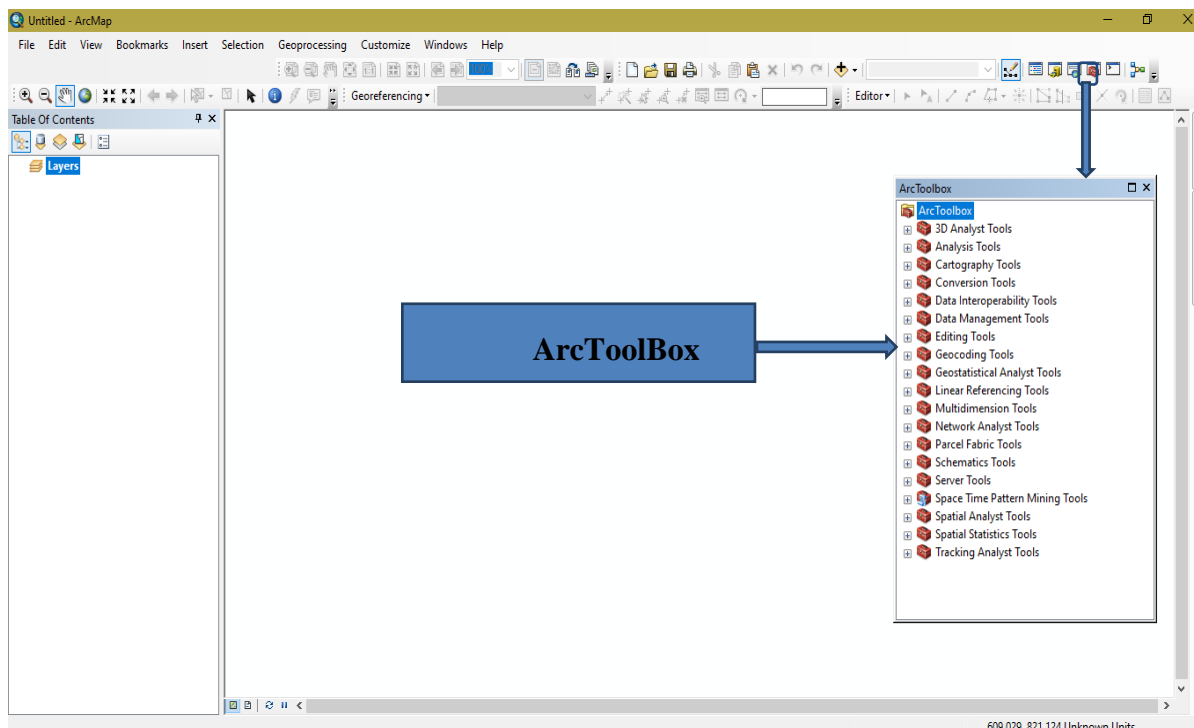


Figure n°30 : Interface ArcToolBox.

10.7. Le document MXD :

Un document ArcMap (contenant l'extension « .mxd ») est un fichier stockant les caractéristiques d'un contexte de travail (couches d'information, style de représentation, ordre symbolique, liens hypertextes, barres d'outils ajoutées, boutons personnalisés, infos bulles, mise en page de la carte) Le document de travail est un fichier unique contrairement à une couche. Il ne contient pas de données géographiques. Il renferme simplement une série d'instructions qui est donnée à ArcMap et qui précise les couches géographiques utilisées dans la session, les fenêtres ou données ouvertes, la

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

mie en forme des objets, etc. 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).

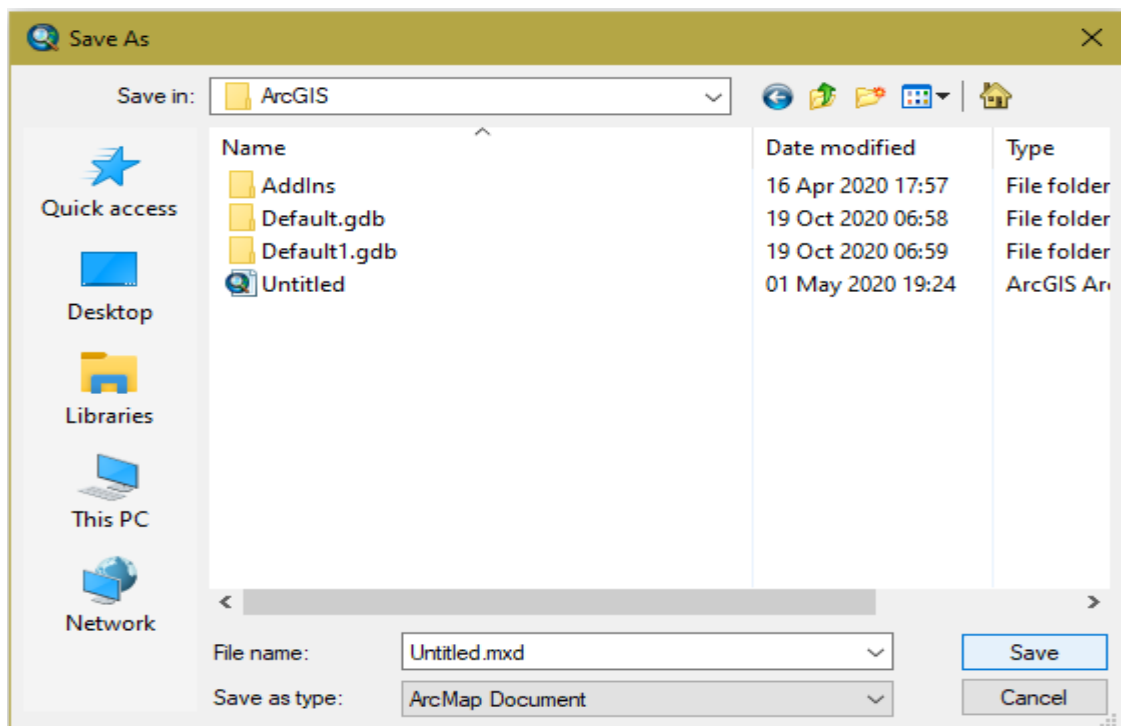
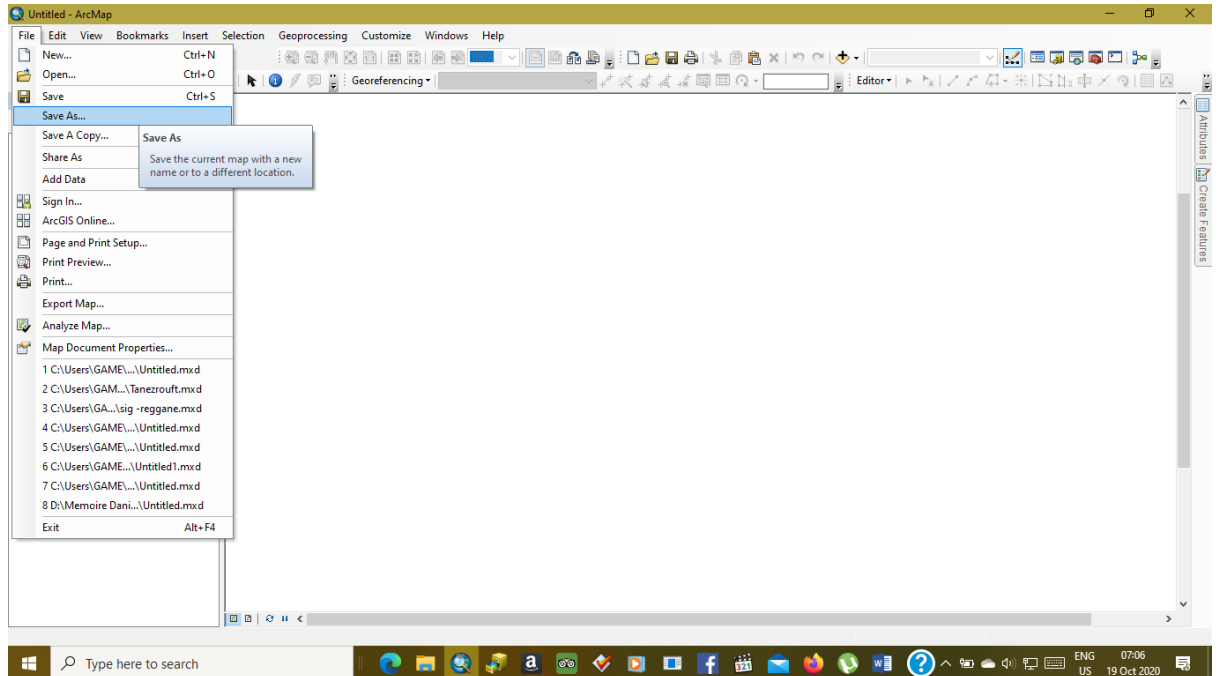


Figure n°31 : Fenêtre d'enregistrement du document ArcMap

CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

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

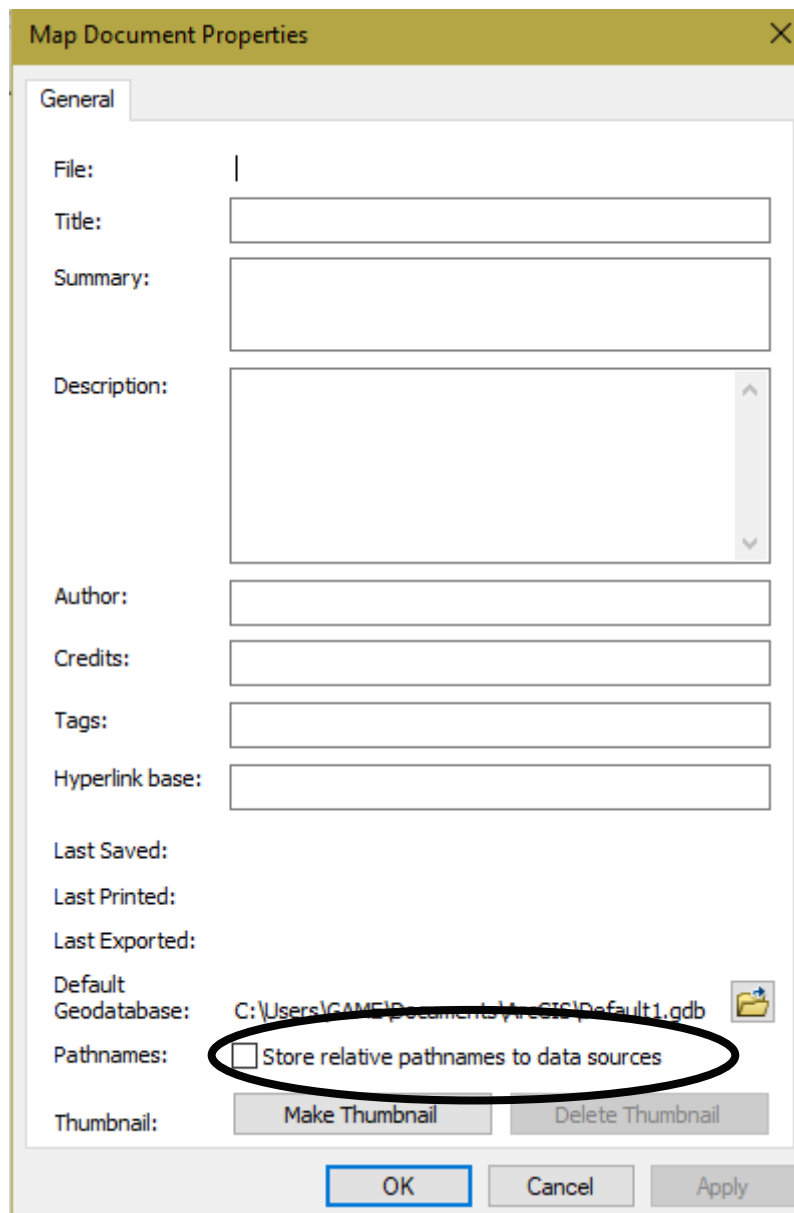


Figure n°32 : Fenêtre des propriétés de la carte.

CHAPITRE IV :
SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION
D'ÉTUDE

IV.1 Introduction :

ArcGis est un logiciel que nous avons utilisé dans ce travail afin d'atteindre l'objet principal, qui est la cartographie SIG des cartes géologiques de la région d'Adrar-Reggane. Ce travail a été fait à partir des cartes géologiques de l'ORGAM numérisées.

La région d'étude Adrar-Reggane est subdivisée en deux parties renferment quatre cartes géologiques à l'échelle 1/200 000 : On a les feuilles d'El Kseibat-Adrar et les feuilles Reggane-Tanezrouft.

En résumé, la méthode consiste numériser les cartes, puis la vectorisation de chaque carte, ensuite la préparation d'un fichier Excel pour les minéralisations et l'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 nombreuses rapports et thèses.

IV.2 Etapes suivies pour la réalisation du travail :

Rappels :

➤ Système de coordonnées de référence :

Il y a deux types de système de coordonnées de référence, système de coordonnées géographiques et systèmes de coordonnées projetées.

➤ Système 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

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

d'usage, cependant le système de coordonnées le plus utilisé est le WGS 84. Les projections cartographiques ne sont en aucun cas une représentation précise de la terre. A chaque projection. Pour nos cartes nous avons utilisés le système de coordonnées UTM « 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.

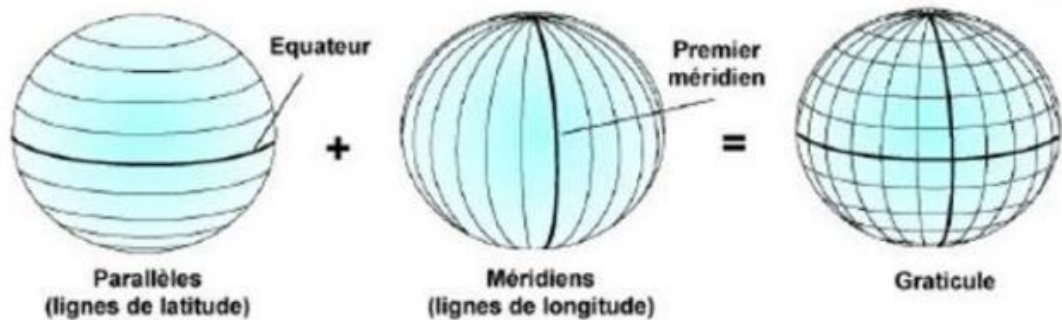


Figure n°35 : Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.

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.

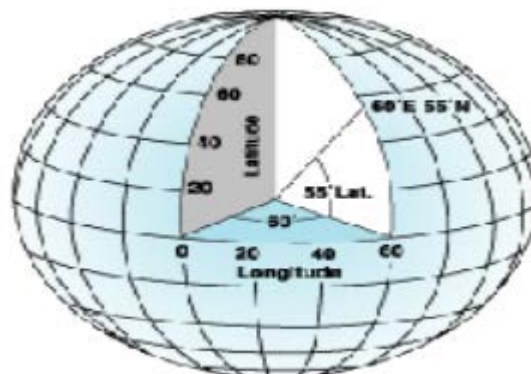


Figure n°33 : Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude.

IV.3. 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 n°34 : cartogramme du sud-ouest de l'Algérie.

IV.4. 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

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

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 nos cartes on a utilisé le système de projection « UTM » Nord Sahara 31.

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

1) Démarrer ArcCatalog.

2) Se connecter à un dossier :

Cette étape nous permet de se connecter à un dossier contenant les informations qu'on recherche (le fichier Raster pour notre cas).

Pour faire ceci il existe deux méthodes, la première consiste à se connecter à un dossier via le menu Fichier → Connexion à un dossier → Cartes Raster (par exemple).

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

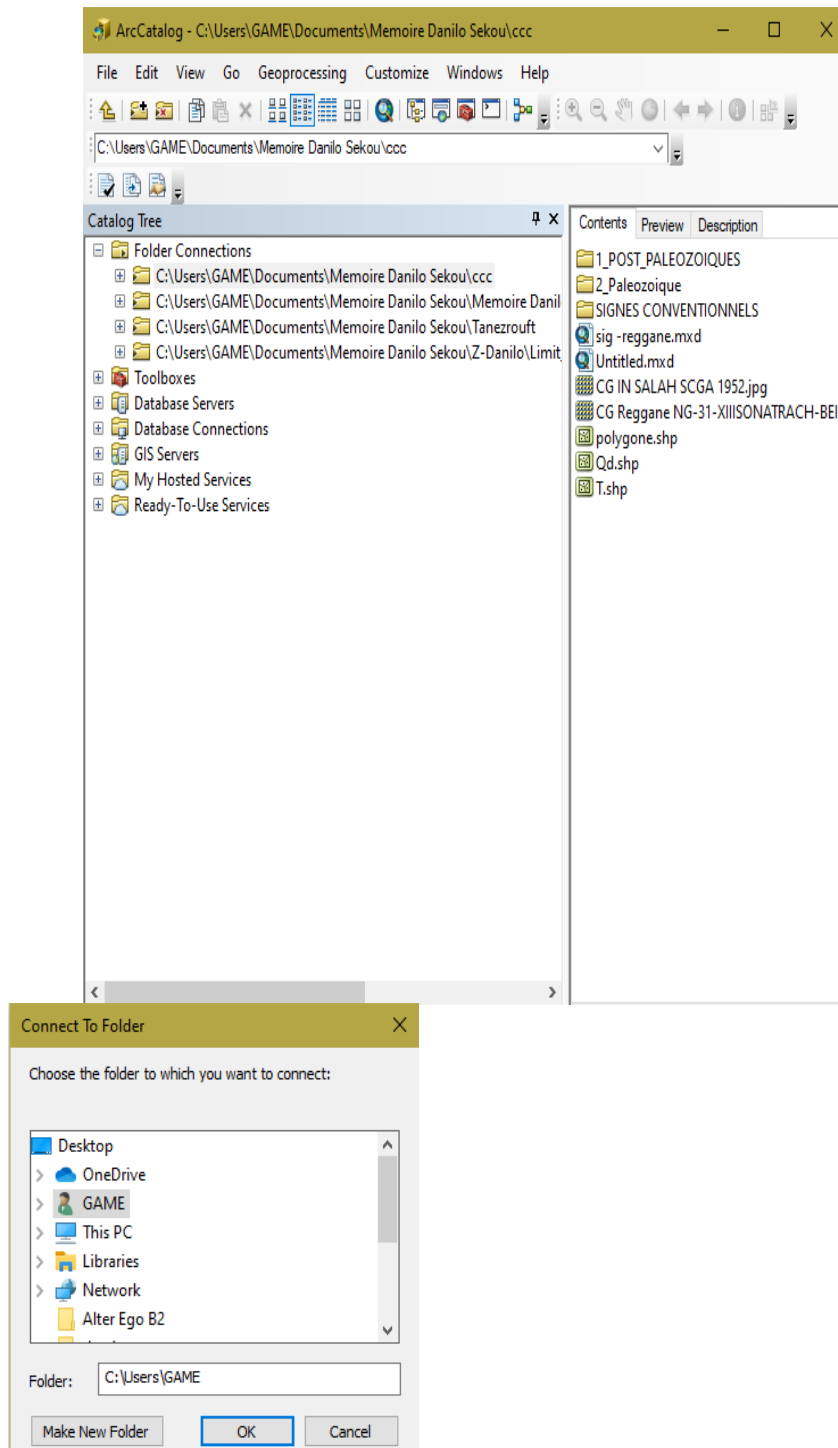


Figure n°35 : Connexion à un dossier via ArcCatalog (1).

Pour la deuxième méthode il suffit de cliquer sur la flèche jaune sur la barre d'outils d'ArcCatalog → Notre Dossier.

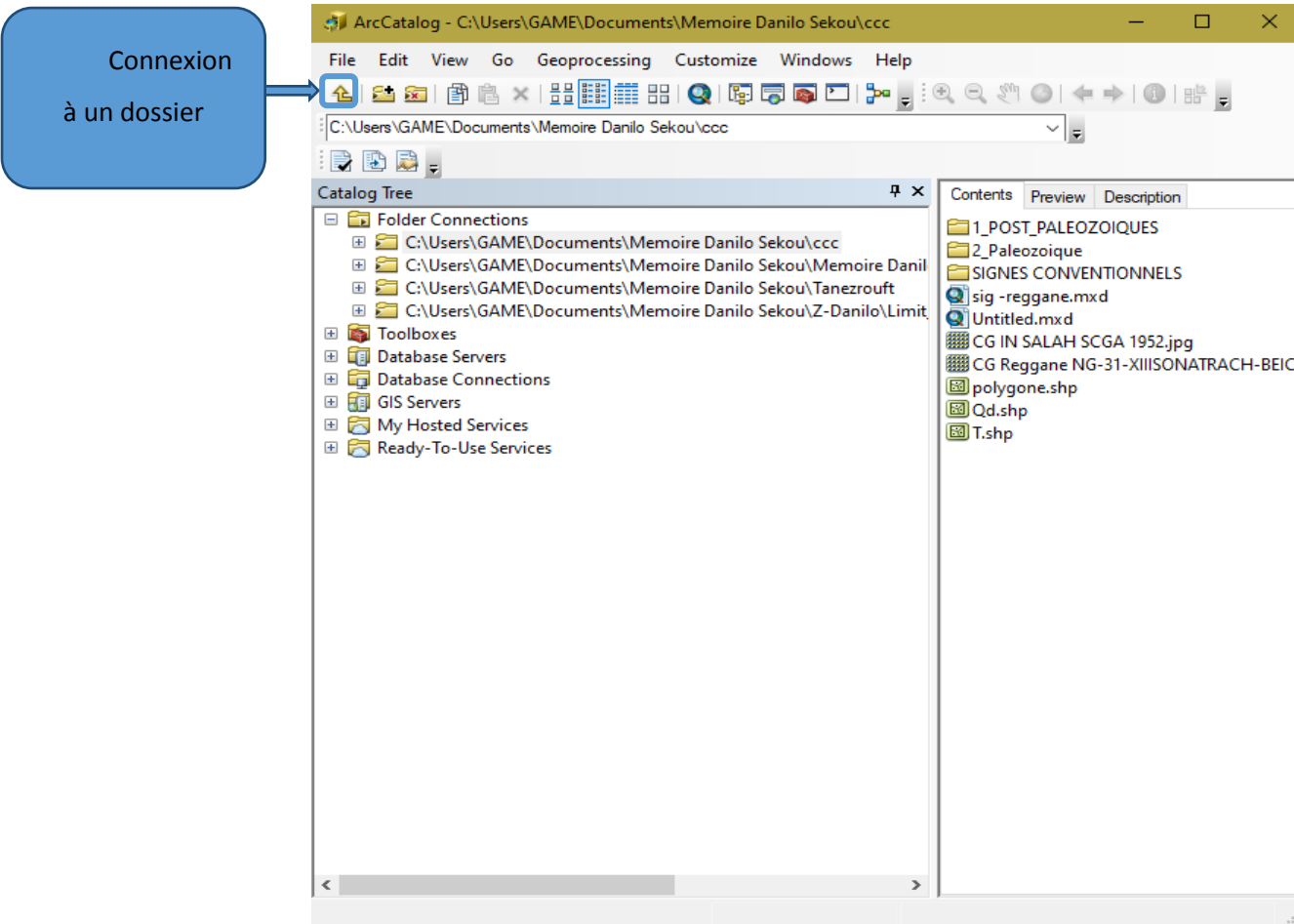


Figure n°36 : Connexion à un dossier via ArcCatalog (2).

Une fois le dossier ajouté à ArcCatalog, ce dernier s'affichera dans la partie « Arborescence du catalogue ». Effectuer un clic gauche sur le dossier en question, la liste de fichiers qui contient apparaîtra dans la partie gauche d'ArcCatalog.

IV.5 Choix du système de coordonnées dans ArcCatalog :

On sélectionne notre carte qui est en format raster → On effectue un clic droit dessus → Propriétés → Références spatiales → Modifier → Sélection → Références spatiales → Système de coordonnées projetés → UTM → Africa → Choisir le système de coordonnées qui convient (Nord_Sahara_1959_Zone31N pour nos cartes.) → Ok.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

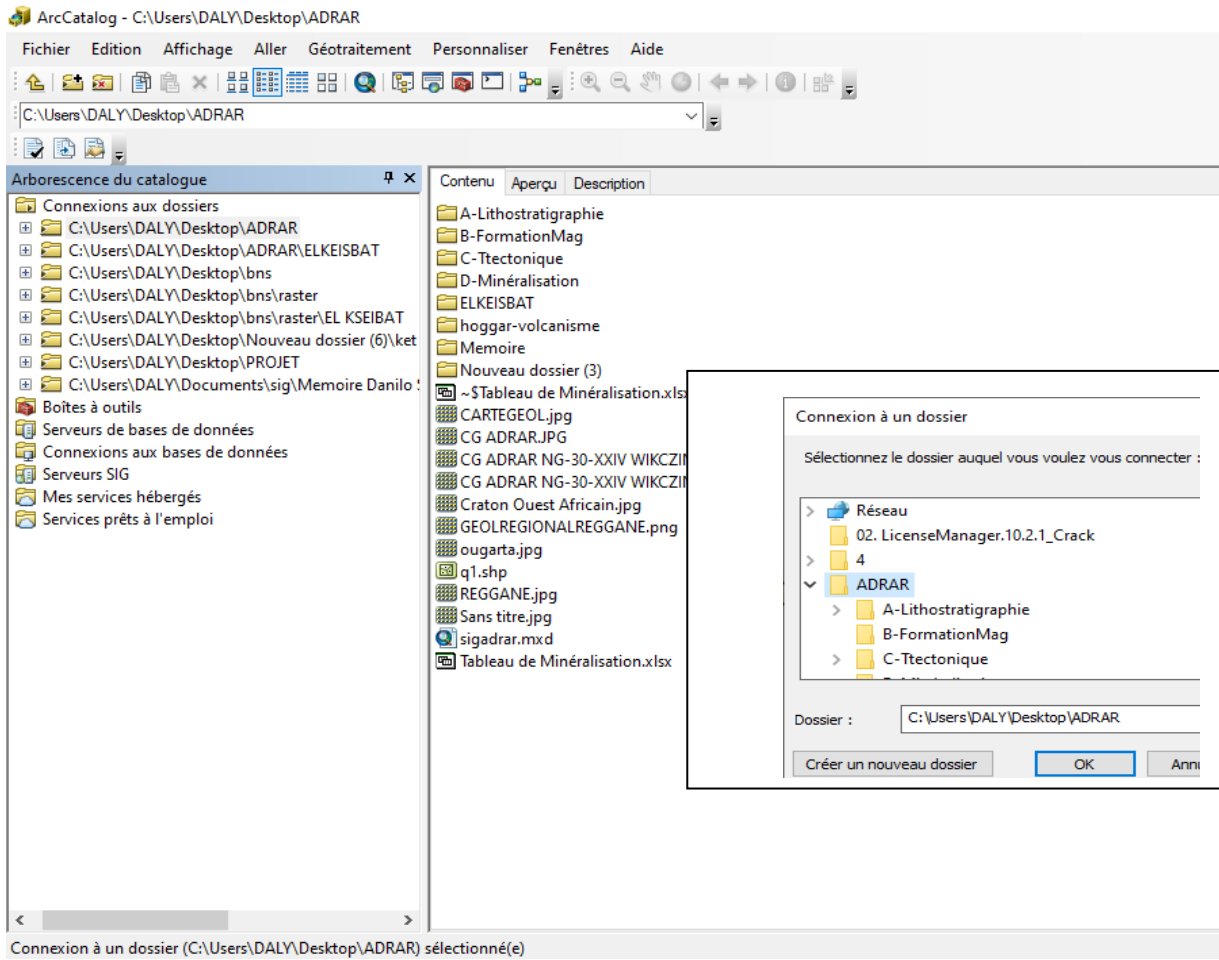


Figure n°37 : une présentation d'interface ArcCatalog montrant icône connexion a un dossier

Pour la deuxième méthode il suffit de cliquer sur la flèche jaune sur la barre d'outils d'ArcCatalog → Notre Dossier.

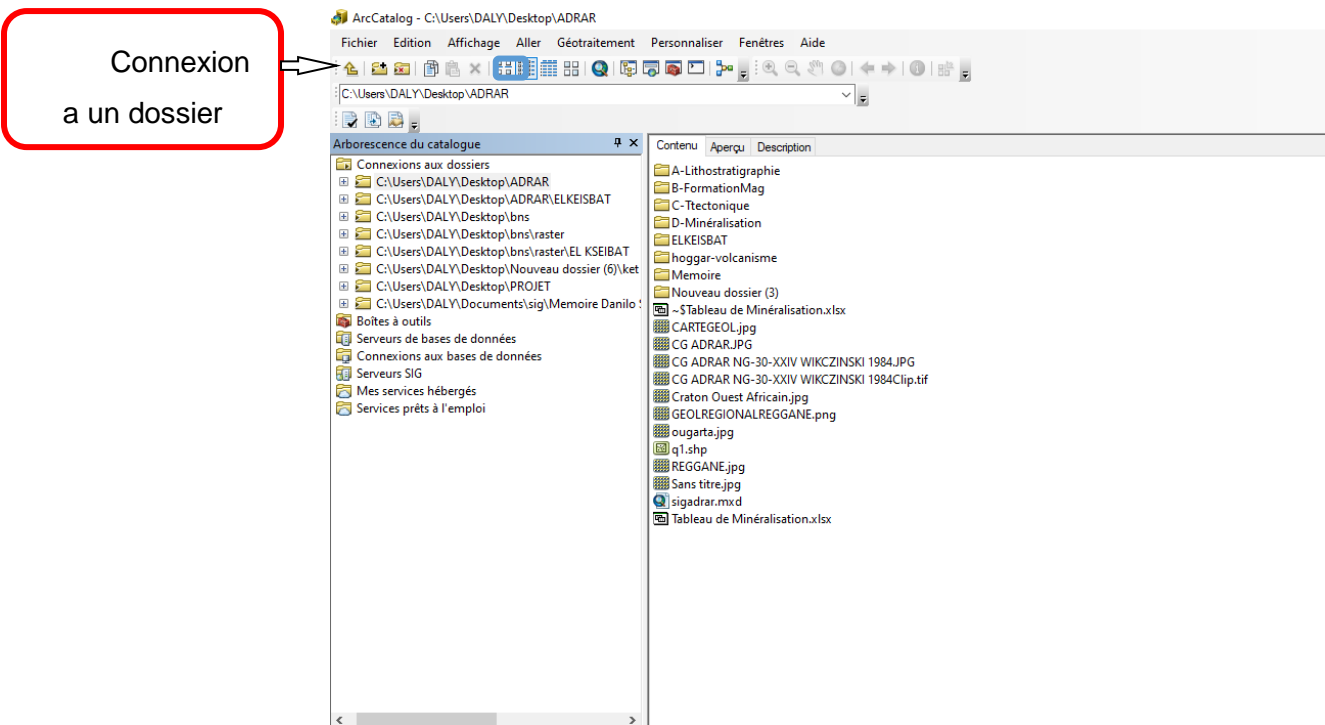


Figure n°38 : Connexion à un dossier via ArcCatalog

IV.6. Attribution de la référence spatiale :

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

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

IV.7. Choix du système de coordonnées dans ArcCatalog :

On sélectionne notre carte qui est en format raster → On effectue un clic droit dessus → Propriétés → Références spatiales → Modifier → Sélection → Références spatiales → Système de coordonnées projetés → UTM → Africa → Choisir le système de Coordonnées qui convient (Nord_Sahara_1959_Zone30N pour nos cartes.) → Ok.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

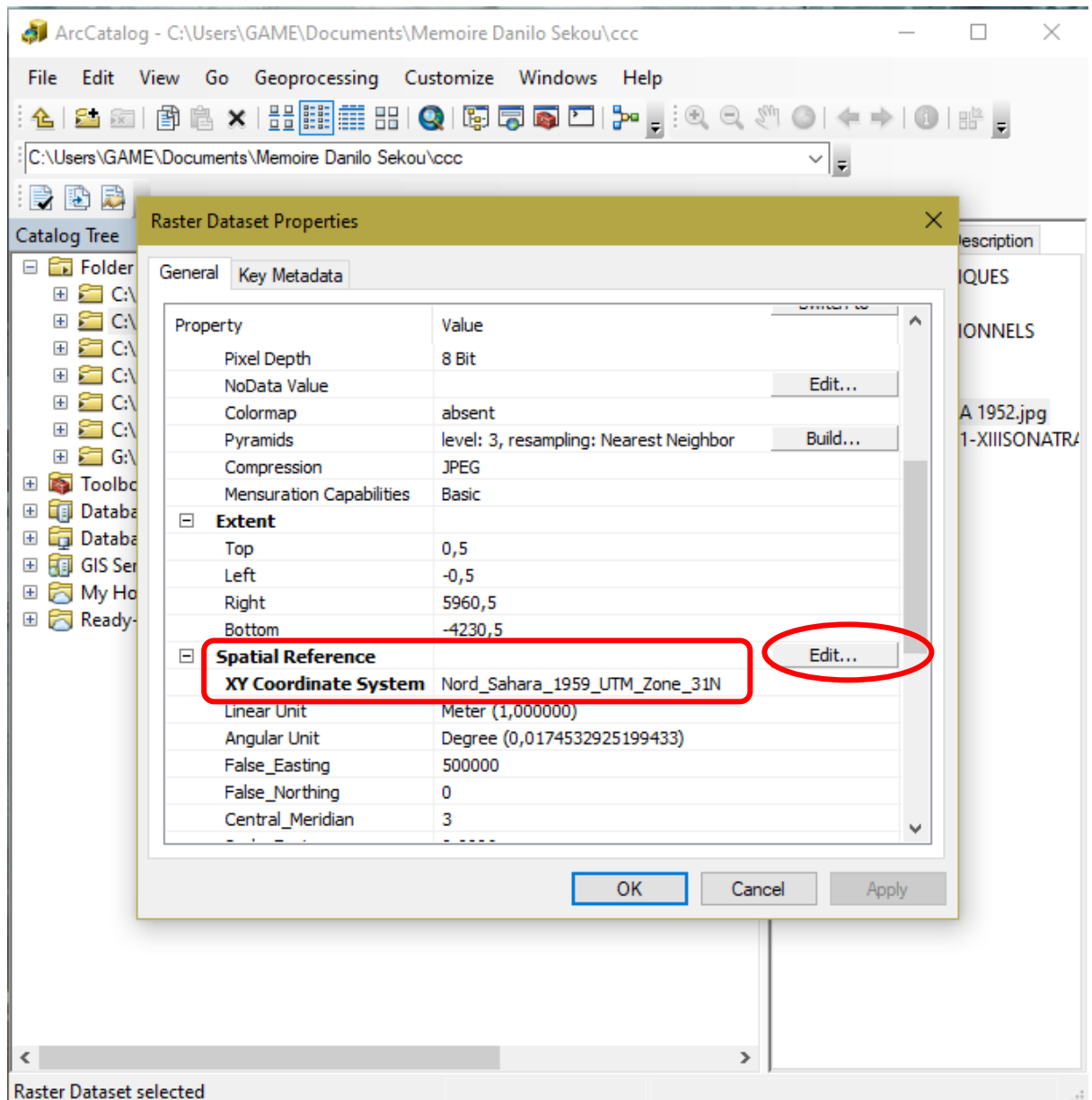


Figure n°39 : Attribution d'un système de coordonnées projetées via ArcCatalog.

IV.8. Choix du même système de coordonnées dans ArcMap :

Pour éviter les problèmes de calage, il est nécessaire d'attribuer le même système de coordonnées dans ArcMap, pour ce il suffit de démarrer ArcMap et choisir « carte vierge », une fois ceci fait on se retrouve dans l'interface ArcMap.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

Dans la table des matières (à gauche) on sélectionne « Couches » → Clic droit dessus → Propriétés → Système de coordonnées → Prédéfini → Système de coordonnées projetées → UTM → Africa → Choisir le système de coordonnées qui convient → OK.

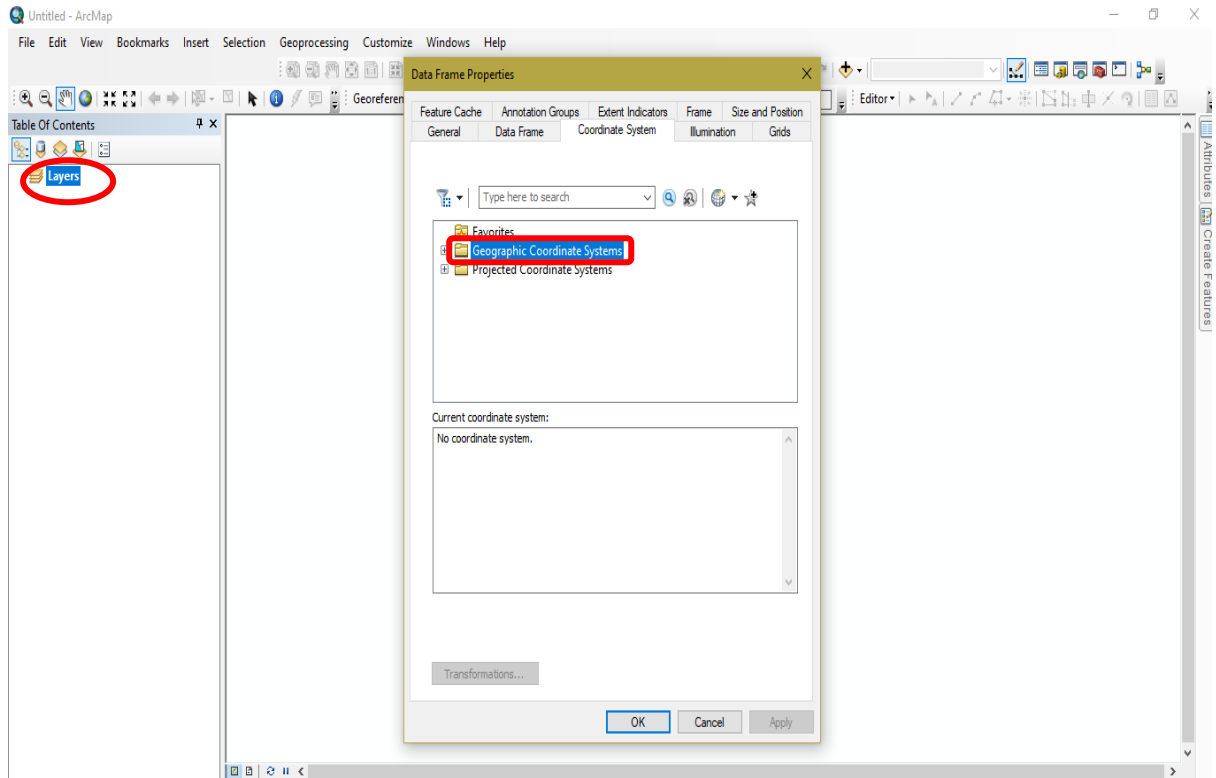


Figure n°40 : Attribution d'un système de coordonnées via ArcMap.

IV.9. Importation de la carte à caler depuis ArcCatalog vers ArcMap :

Cette opération s'effectue en quelques clics, il suffit de sélectionner la carte à géoréférencier et la glisser (maintenir clic gauche dessus et la glisser) dans l'interface d'ArcMap.

Une fois ceci fait, une fenêtre s'ouvre dans ArcMap nous proposant la création de pyramides, on confirme en appuyant sur OK. Et la carte s'affiche dans la table des matières (la partie à gauche de l'interface ArcMap) dans l'arborescence des couches.

Il faut noter que la création des pyramides permet d'alléger la carte donc de rendre plus rapide les manipulations.

IV.10. Ajouter les points de contrôle :

Cette étape comprend l'utilisation de l'outil « Géoréférencement » rendu disponible dans la barre d'outils d'ArcMap via le menu Personnaliser → Barres d'outils → Géoréférencement.

Cette fonction d'ArcMap, comme son nom l'indique, nous permet de géoréférencier les données Raster.

Afin de géoréférencier la carte on procède comme suit :

Dans l'outil « Géoréférencement » on décoche l'ajustement automatique → Cliquer sur Ajouter des points → Entrer DMS → y introduire quatre points selon la projection initiale de la carte raster → Cliquer sur le bouton Visualiser la table des liens un tableau s'affiche contenant nos quatre points → Cliquer sur transformation → Cocher Ajustement automatique → OK.

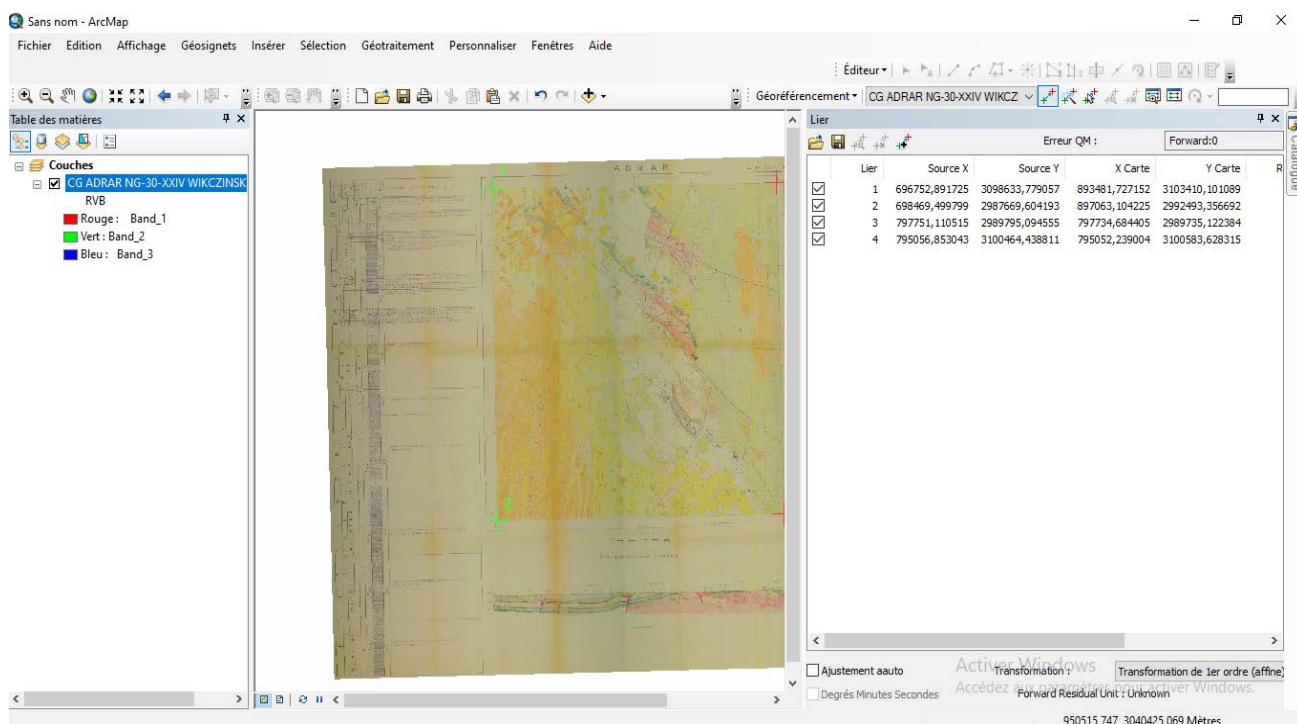


Figure n°41 : Calage de la carte géologique

IV.11. Vectorisation d'une carte :

A ne pas confondre avec digitalisation, ou numérisation.

Une numérisation est le passage d'une information sur un support quelconque (papier, électrique...) à un support informatique.

Une vectorisation est le passage d'un format raster (où l'information est contenue dans des pixels) à un format vecteur (l'information est contenue dans des entités de type point/ligne/polygone).

Les éléments géométriques utilisés diffèrent selon les types d'objets à digitaliser :

- ❖ Une faille par un trait (Polyligne).
- ❖ Un affleurement par une unité surfacique (Polygone).
- ❖ Une minéralisation par un point.

Le résultat obtenu est une image en mode vecteur représentée dans la figure qui suit.

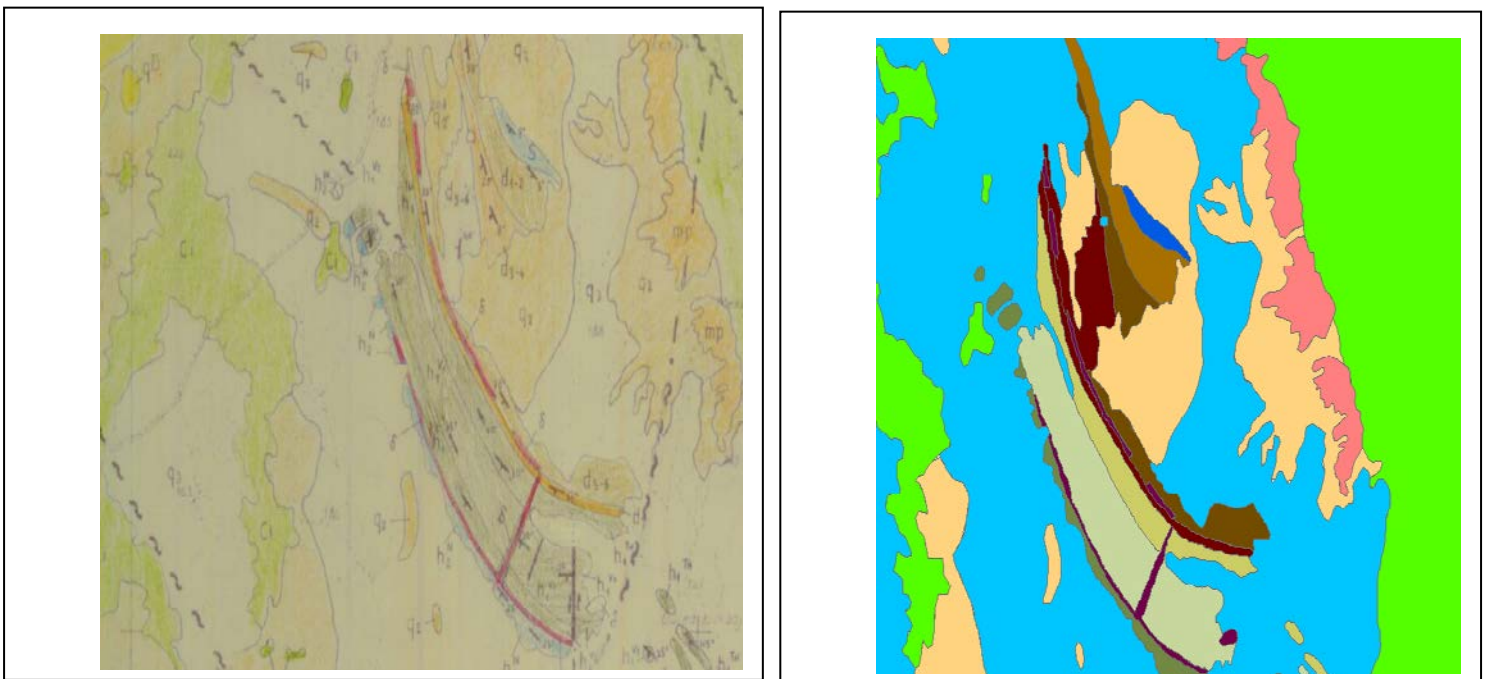


Figure n°42 : De la carte vers l'image vecteur.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

Les étapes suivies pour la vectorisation sont les suivantes :

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

La création d'une couche doit être précédée d'une étape de réflexion sur la modélisation de la formation à intégrer dans le SIG.

Une collection d'objets de même type sémantique correspond à une couche, et tous les objets d'une même couche doivent être du même type géographique (point, ligne ou polygone).

Pour la création d'un fichier de formes on procède comme suit : Dans l'interface ArcCatalog clic droit sur blanc → Nouveau → Fichier de formes

Par la suite on nomme le fichier de formes qu'on veut créer, on spécifie le type de couche (Polygone / Polyligne / point), et on attribue le système de coordonnées (qui doit être identique à celui de la carte dans ArcMap).

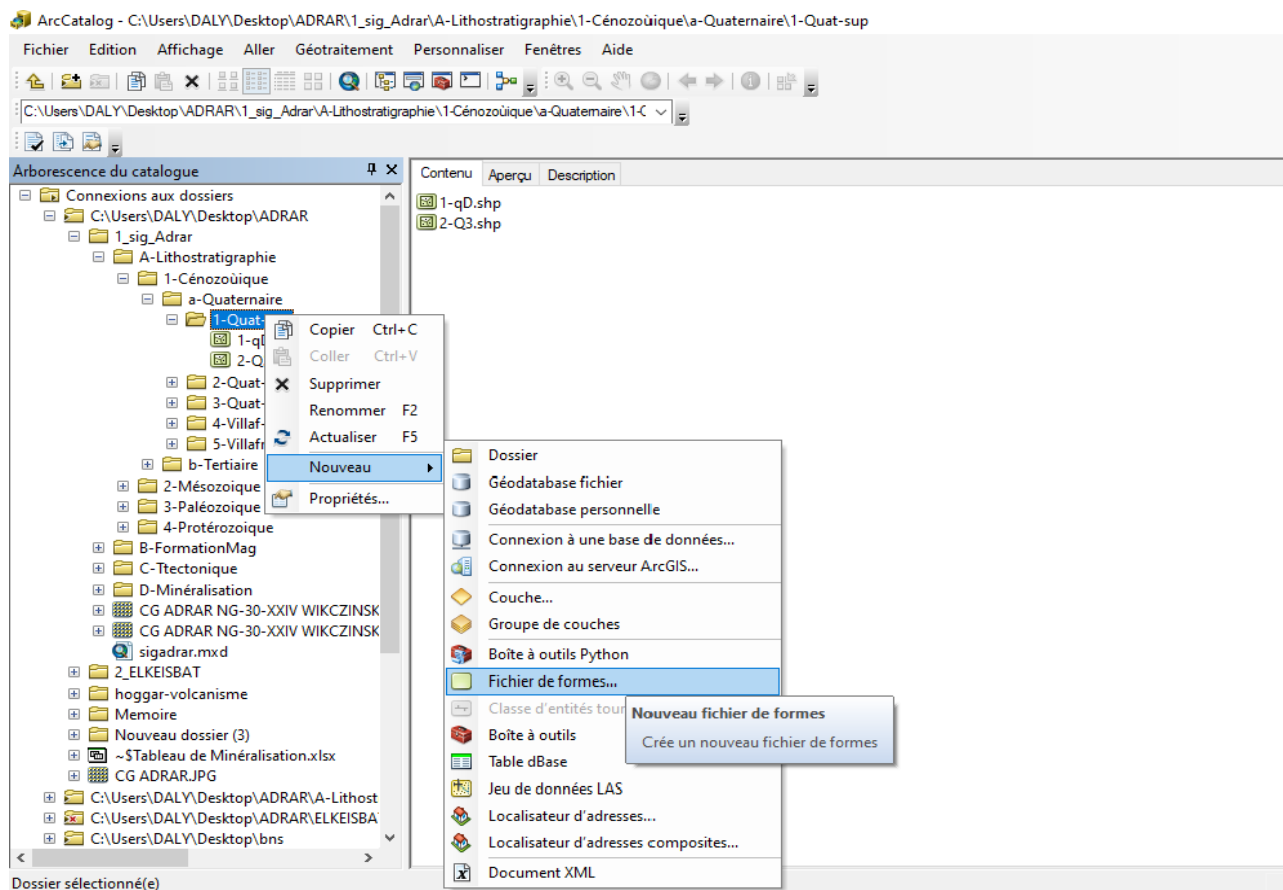


Figure n°43 : Créer un fichier de formes.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

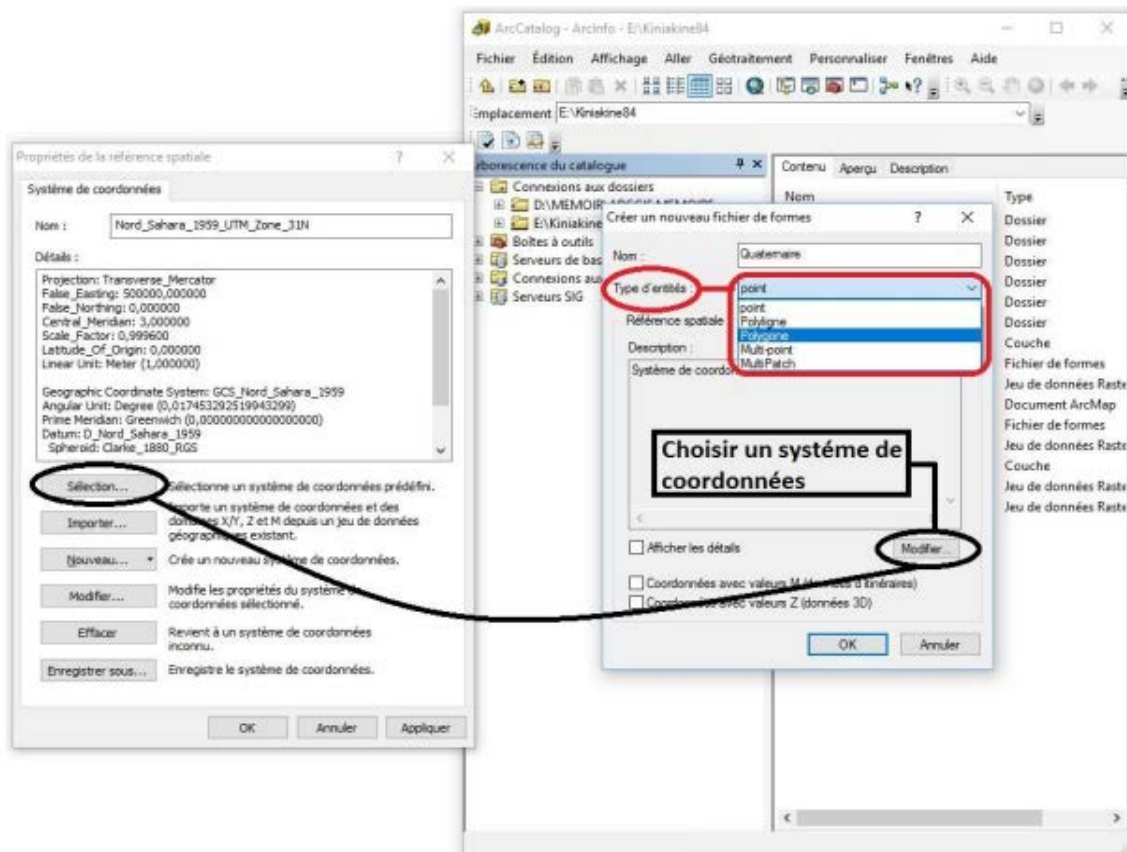


Figure n°44: Choix du type d'entité et du système de coordonnées.

Et pour finir, on fait glisser le fichier de formes dans l'interface ArcMap.

b) Entamer la vectorisation dans ArcMap via l'outil Editeur :

Pour pouvoir vectoriser notre nouvelle couche (fichier de formes), on aura besoin de l'outil « Editeur »

Pour activer l'outil « Editeur » : Dans ArcMap cliquer sur Personnaliser → Barres d'outils → Cocher → « Editeur »

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

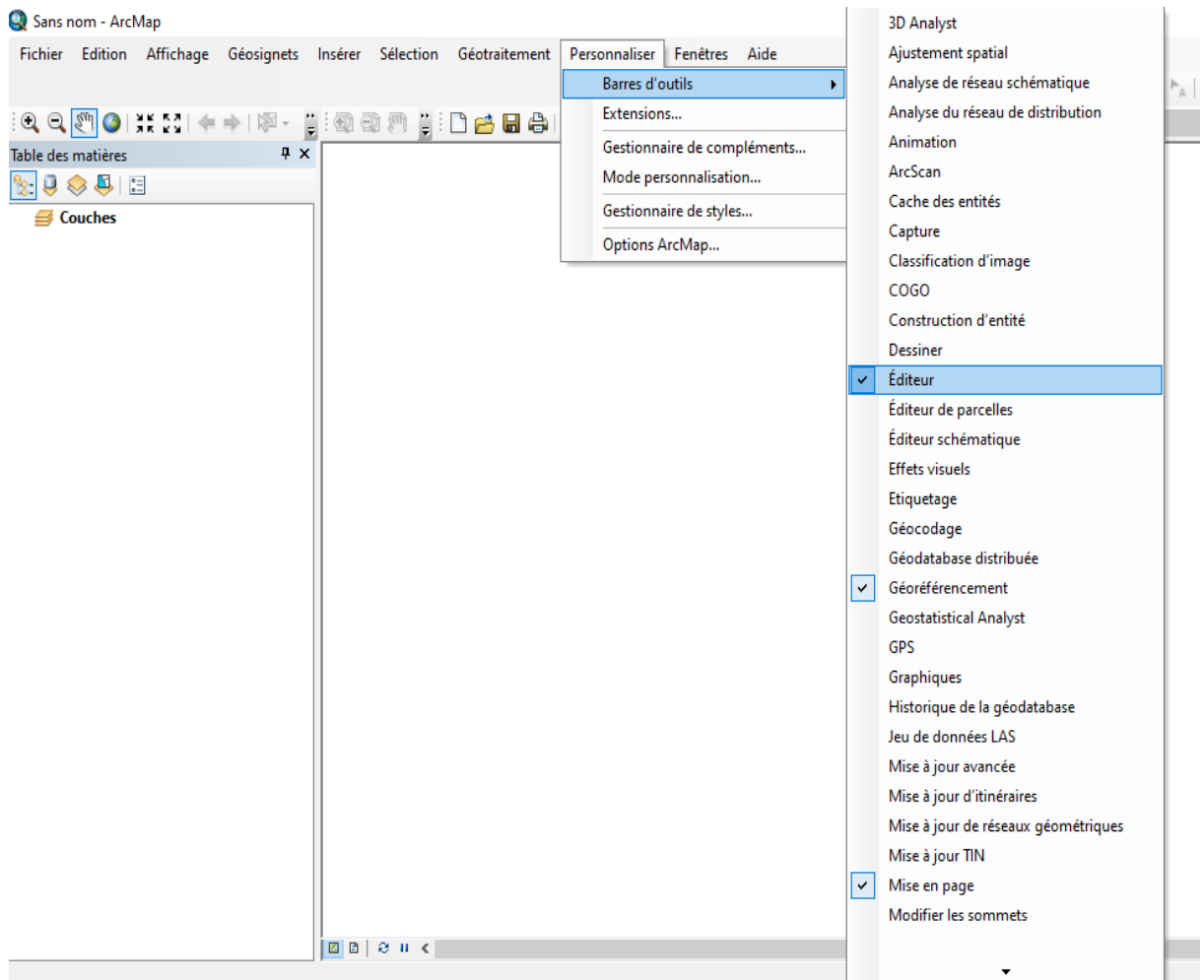


Figure n°45 : Activer l'outil Editeur.

Maintenant que l'outil Editeur est disponible, on peut modifier la couche, pour ceci il suffit d'appliquer ces quelques étapes :

Un clic gauche sur Editeur → Ouvrir une session de mise à jour → Choisir la couche voulue → Activer l'outil « Segment » et vectoriser l'entité polygonale voulue.

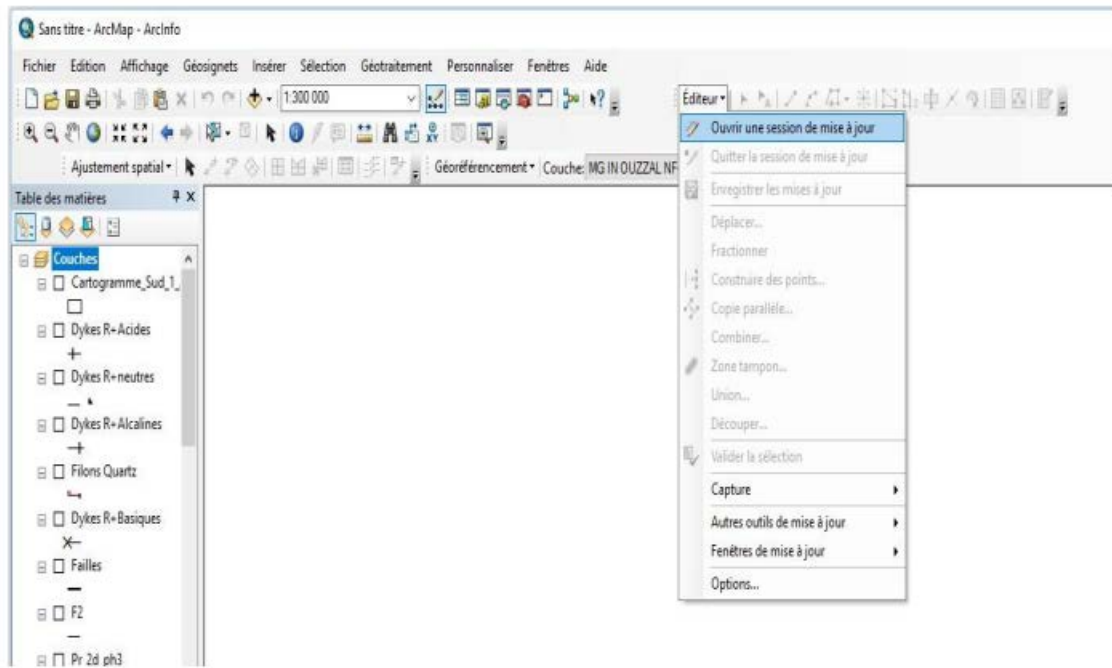


Figure n°46: Ouvrir une nouvelle session de mise à jour.

Pour enregistrer le travail, il suffit de cliquer sur « Editeur » puis faire « Enregistrer les mises à jour ».

Après avoir suivi toutes les étapes cités ci-dessus (géo référencement, vectorisation) on est arrivé à produire les différentes couches d'informations (litho-stratigraphiques, magmatiques, tectoniques...etc.) de manière cohérente.

c) Vectorisation surfacique « Polygone » :

Les entités surfaciques sont des surfaces entièrement fermées par des segments de ligne droite, des arcs circulaires, des arcs elliptiques et des courbes de Bézier entre les sommets.

Elles permettent de représenter des entités naturelles et conformes à l'exécution qui sont dotées de régions planes fermées.

Pour la création d'une entité surfacique, il suffit de créer un fichier de formes « Polygone ».

On prend exemple les feuilles d'El Ksseibat-Adrar pour démontrer les différentes étapes suivies pour la vectorisation des cartes.

IV.12. La Litho-stratigraphie :

Pour procéder à la vectorisation des couches litho-stratigraphiques on a commencé par la vectorisation de la formation litho-stratigraphique «Quaternaire ».

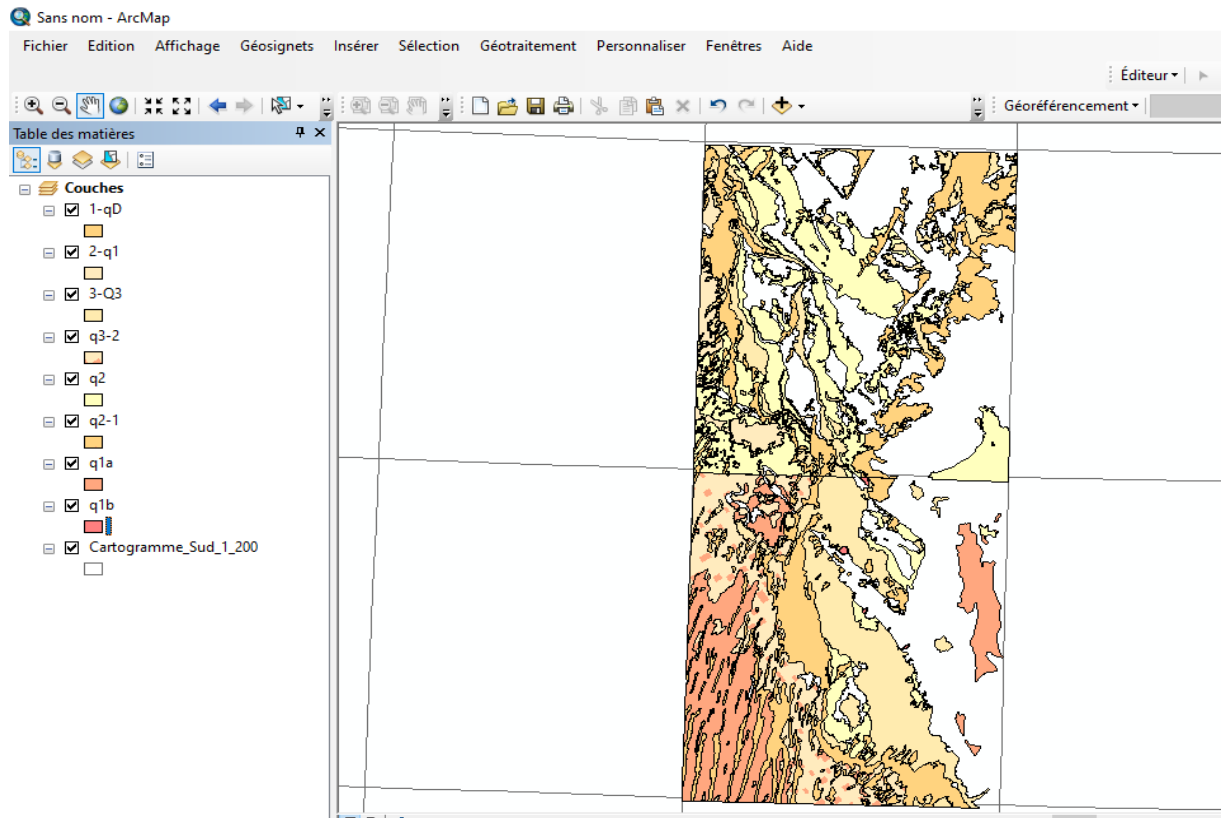


Figure n°47 : Vectorisation de l'entité polygonale "Quaternaire" des feuilles d'EI Ksseibat et Adrar.

En procédant de la même manière pour toutes les entités litho-stratigraphiques constituant (pour cet exemple) la carte de Adrar, nous avons pu vectorisé les vint-neuf couches « Polygones » représentant les formations litho-stratigraphiques.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

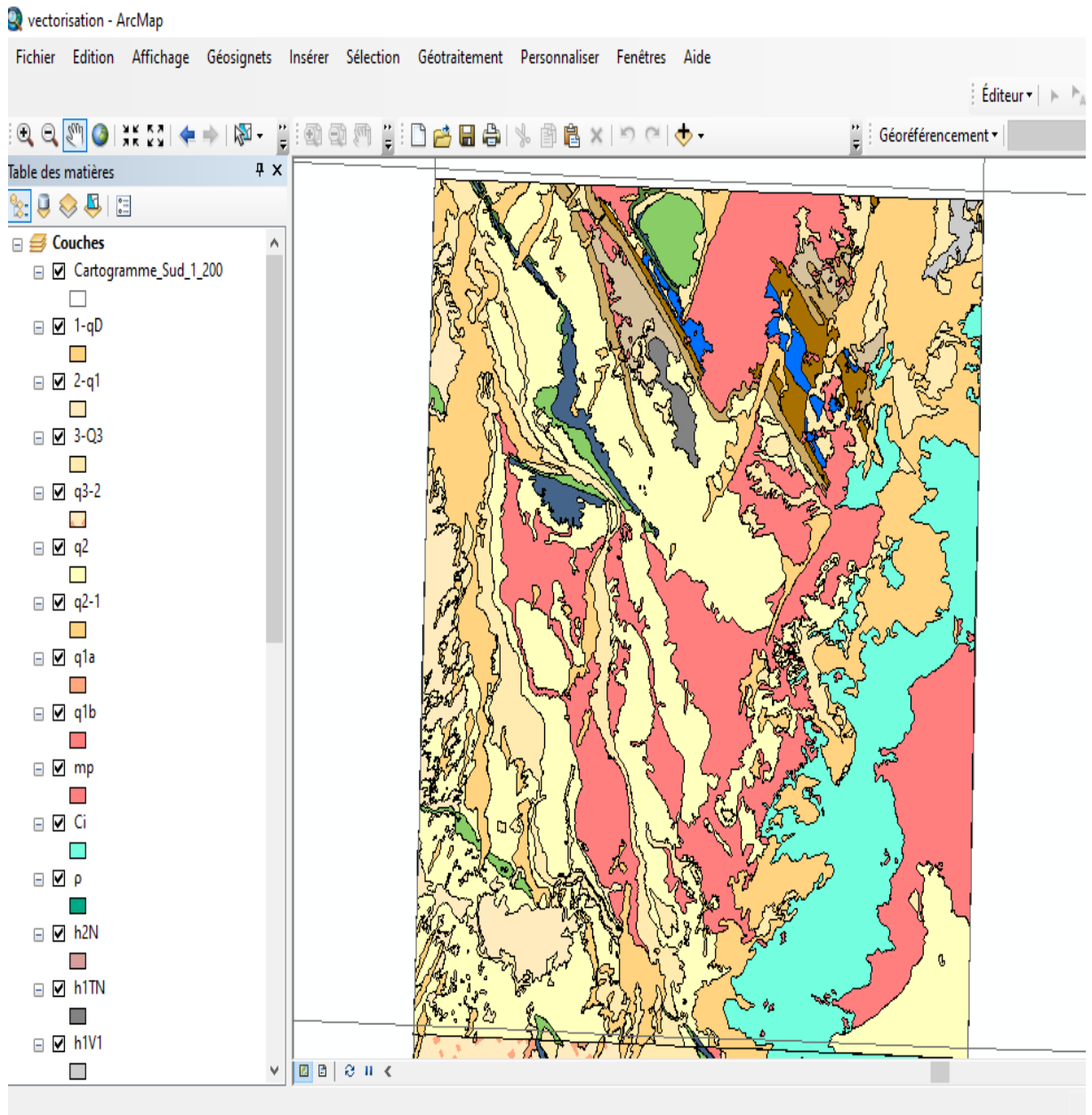


Figure n°48: Couches Lithostratigraphiques vectorisées d'Adrar.

d) Vectorisation linéaire « Polyligne » :

Les entités polygones se composent de segments de ligne droite, d'arcs circulaires, d'arcs elliptiques et de courbes de Bézier entre les sommets. Elles permettent de représenter des objets linéaires et curvilignes dotés d'une longueur, mais sans surface.

IV.13. Tectonique :

Pour la vectorisation de la tectonique (failles, chevauchements, dykes...etc.) de nos cartes nous avons suivis les mêmes étapes que pour la vectorisation surfacique citée quelques pages auparavant, c'est-à-dire

Suivre les mêmes étapes pour la création d'un nouveau fichier de formes, et il suffit de changer le « Type d'entités » en « Polyligne »

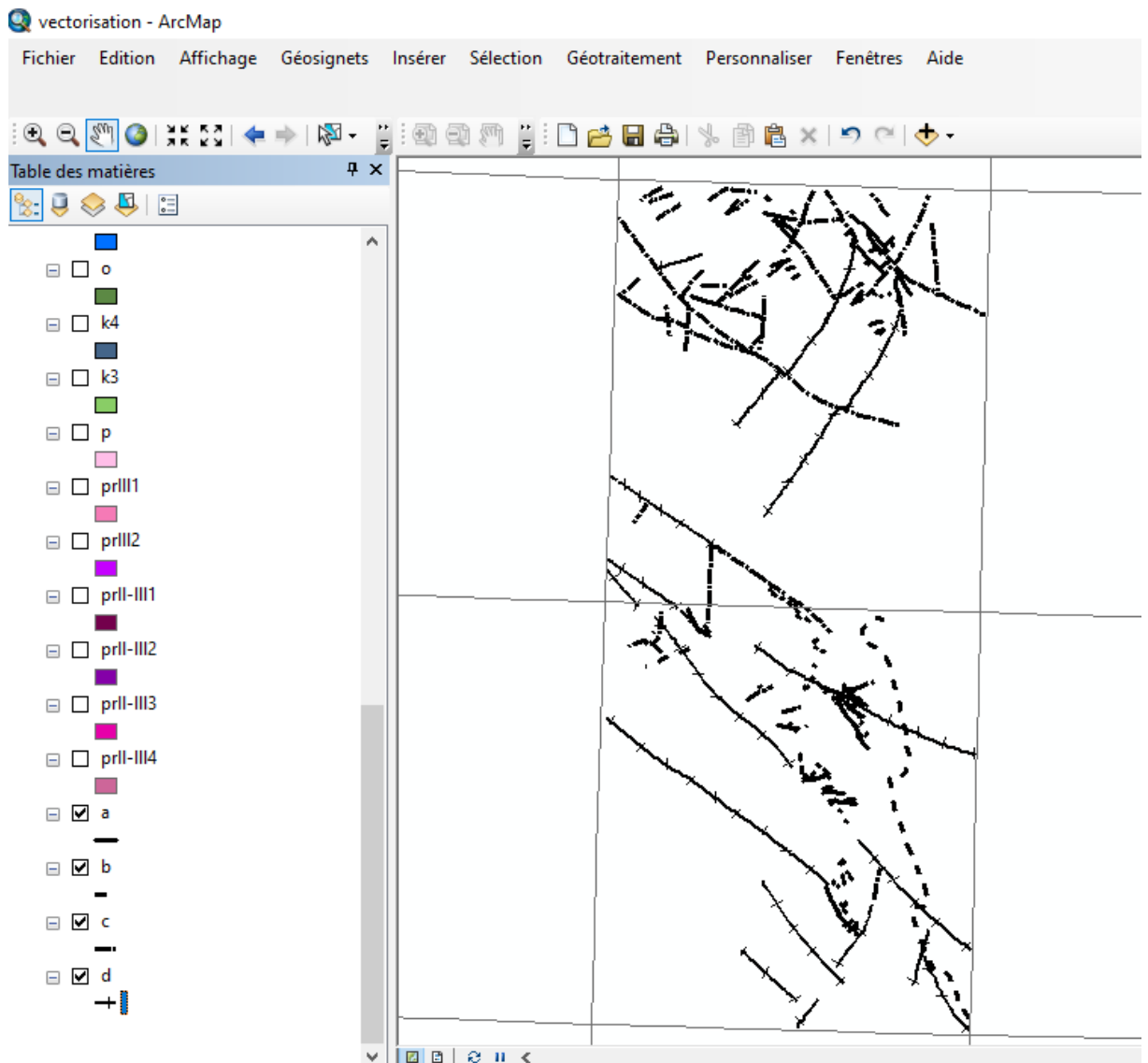


Figure n°49: Exemple de vectorisation linéaire (Failles) des feuilles d'Adrar et Ksseibat.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

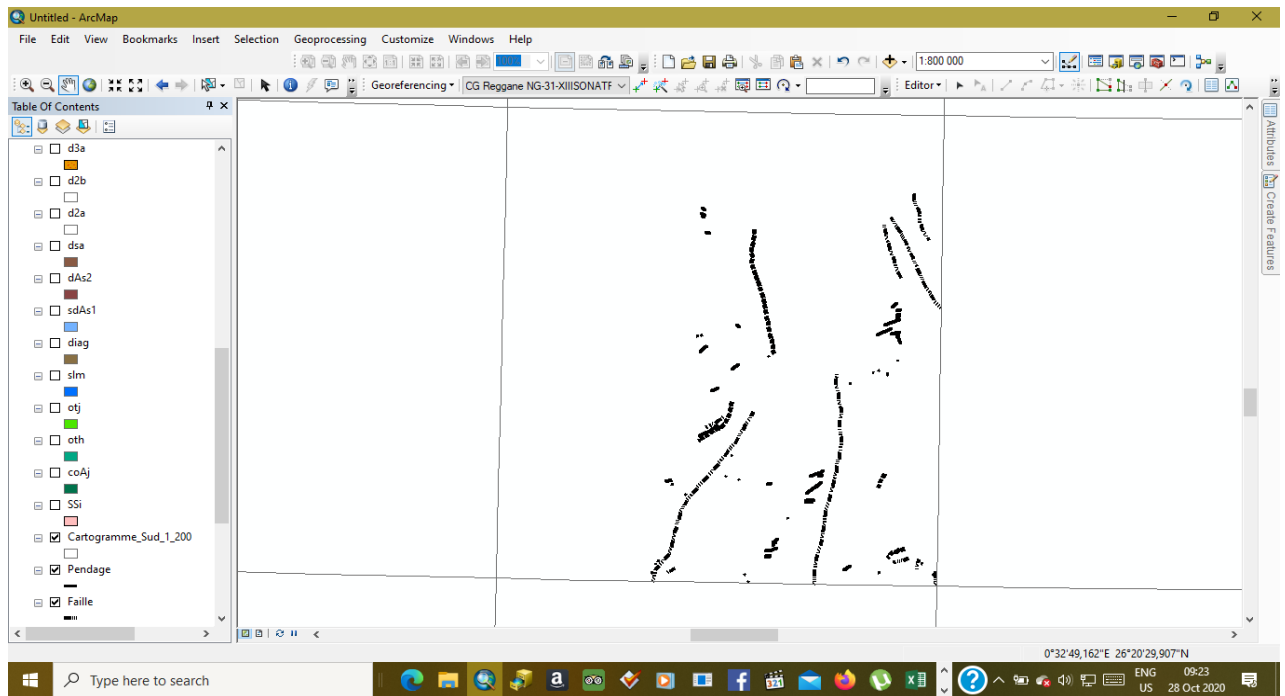


Figure n°50: Vectorisation linéaire complétée de la feuille de Reggane à 1/200.000

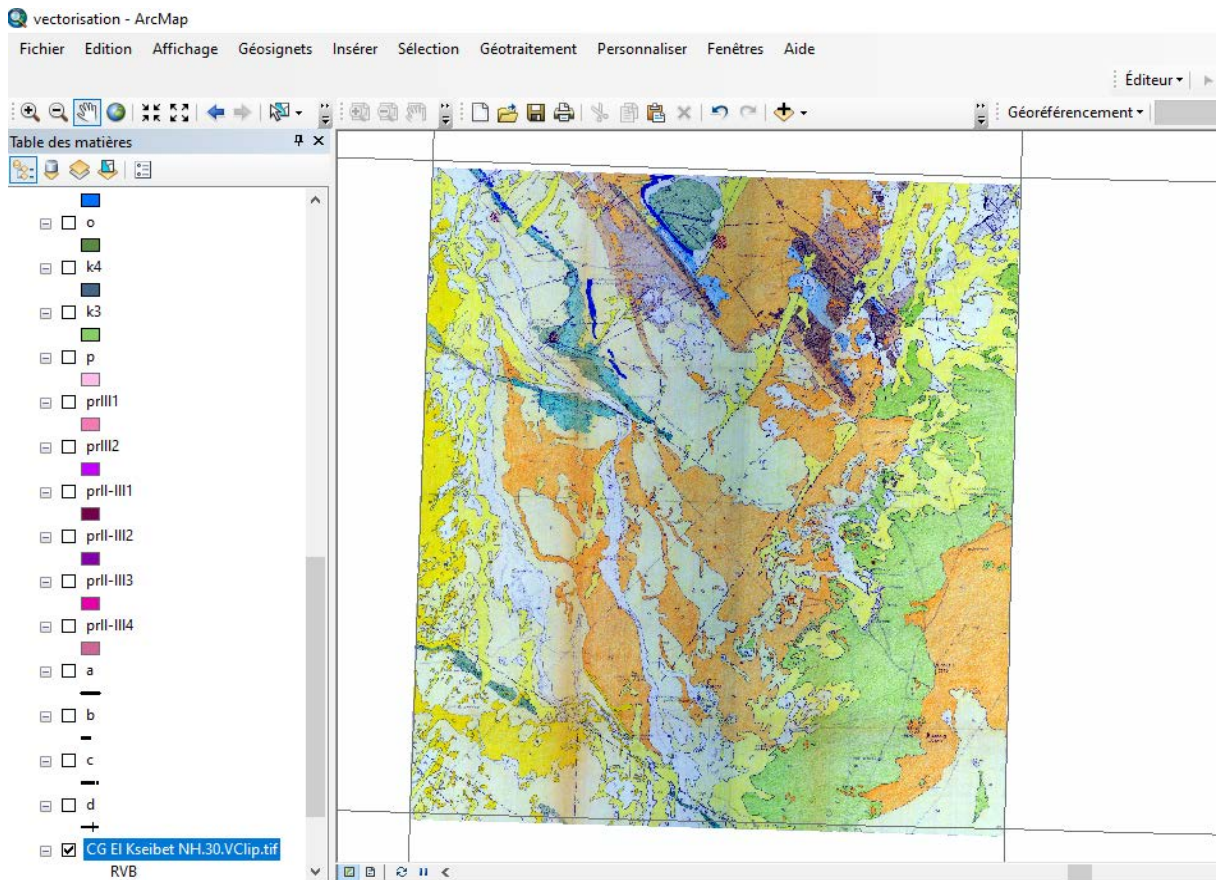


Figure n° 51 : Carte Raster d'El Kseibat.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

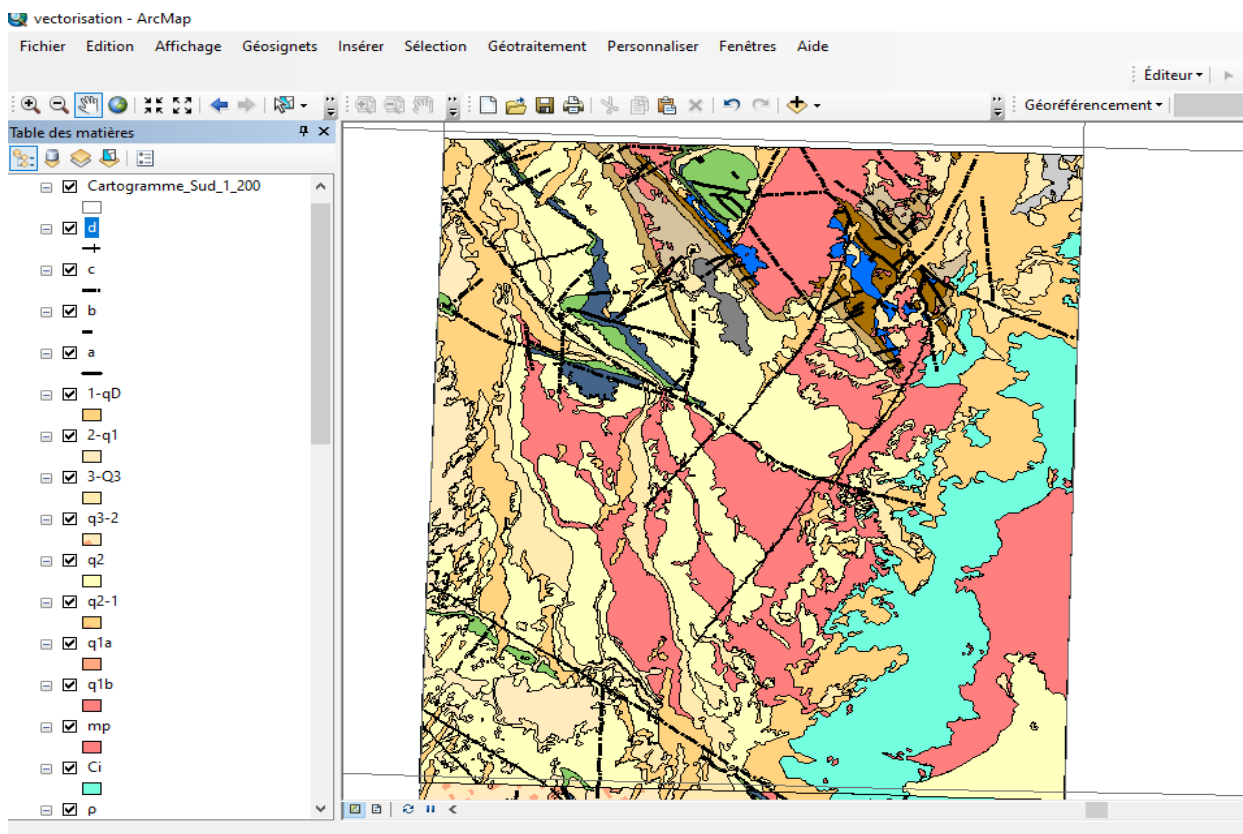


Figure n°52 : Carte vectorisée de la feuille d'El Kseibat au 1/200000.

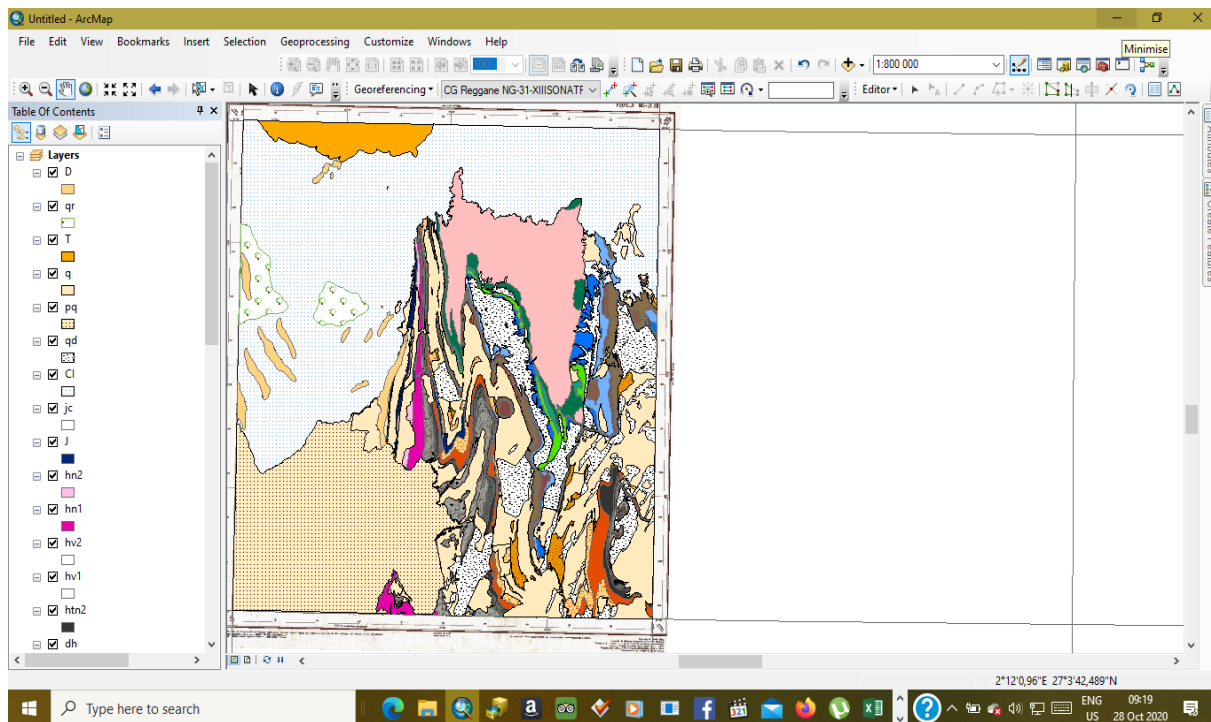


Figure n° 53 : carte vectorisée de la feuille de Reggane au 1/200000

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

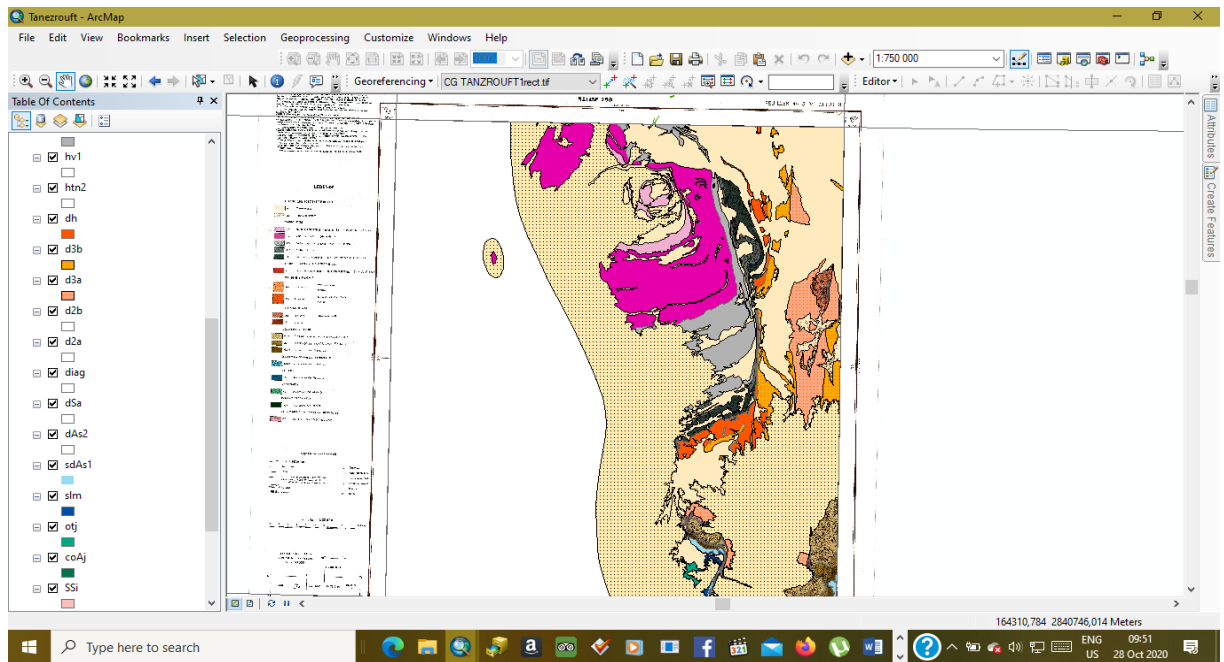


Figure n°54 : carte vectorisée de la feuille de Tanezrouft au 1/200 000

e) Vectorisation ponctuelle (points) :

Les entités ponctuelles identifient les positions de coordonnées x,y,z spécifiques sur une carte. Elles permettent de représenter des objets ou des points de données qui ne nécessitent pas de lignes ou de surfaces pour stocker des informations ou transmettre un message.

Pour pouvoir vectoriser des points, on suit les mêmes étapes que pour la création d'une couche Polyligne ou polygone, la seule différence sera le choix du type d'entité qui sera « point ».

IV.14. Création d'un fichier Excel :

Après la compilation de nombreuses données acquises durant notre recherche bibliographique méticuleuse et approfondie, tel que les travaux effectués sur le Hoggar Occidental par Syntchouk, Kiniakine et Chadtchinev...etc. nous avons pu élaborer un fichier Excel des plus complet traitant les minéralisations aurifères, polymétalliques, métaux rares,

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

platinoides...etc. que nous avons subdivisé de sorte à faire ressortir chaque minéralisation à part, et chaque type de minéralisation (indice, point minéralisé, anomalie géochimique...etc.).

Ce qui nous permettra par la suite d'effectuer une analyse thématique de l'ensemble des cartes traitées.

éléments utiles	x dec	y dec	Type	Localisation	Encasement	Dimension	Épaisseur	Tector	Type de N	Analyse Chimique	Anal
Cu-Zn	0,6167	28,9167	Indice	Le flanc Sud de l'Anticlin	Contact entr	La zone est long	Comprise entre 0,5	Affleu	Polyméta	Zn=0,6%Fe=64%	Cu=6
Zn	0,6167	28,9333	Indice	NORD-NORD-OUEST de l	Grés-Quartz	4km		Dans	Polyméta	Concentration importanc	Zn=1
U-Zr	0,6000	28,9833	Indice	Partie NORD de l'Anticli	Cépols Sableux de l'Ordovicien					Concentr	ZrSiO4=19,85%Th=3,112%U=7
Ti	0,9167	28,9667	Indice	NORD-OUEST DE LA FEUI	Proximité d'un Dyke de Trachy-Andésité	dans les Grés du				Concentr	TiO2=13,25%
As-Cu	0,7667	28,7500	Indice		Corps Magmatique recouvert de dépôt du Cambrien			Tector	Polymétallique liée à un coprs Magr	ASCl	ASCl
As-Ag-Pb-Zn	0,7500	28,8167	POINT minerlise	OUEST d'Hasssi Fegagui	Sédiment du 10Km			Tector	Point Min	ASAgPbZn	As=7
Pb	0,7000	28,9167	POINT minerlise	NORD-OUESTdu puit de	Dépôt du Dé	10Km			Polyméta	Pb	Pb=1
Mn-Sn	0,6167	28,7167	anomalieGéo-chimiqu	Partie central du Syncl	Processus Exogène			Synclinal		MnSn	Mn=
Mg-Sn	0,6833	26,6667	Point Minéralisé	Gara-Tazizila	Dépôt du Ccambrien Supérieur					Mg=14,96%	Sn e
Pb	0,2333	28,9667		Teourirt	Dépôts du Dévonien inférieur etMoyen					Pb	Pb e
Ag	0,2833	28,8667		Moulay Mohammed	Dépôts du Dévonien inférieur etMoyen					Ag	Ag e
Mn-Cu-Ag-Zn	0,3000	28,7833	anomalieGéo-chimiqu	Prolongement de l'Anticli	Dépôts du silurien et du dévonieninférieur					MnCuAgZn	Mn=
Ti-Ag	0,2000	28,8333		Moulay Mohammed	Dévonien superieur					TiAg	Ti=6
Baryte	0,2167	28,5333		Hassi-en-Nous	Continental intercalaire à proximité du Mio-pliocène					BaSo4=3,79%Sr=8,63%	
Sr	0,4333	28,3333		OUEST des Oasis Tsabit	Mio-Pliocène 20Km					SrO est comprise entre 4,1	Stro
Sr	0,5333	28,2167		Hassi-Decheira	Dépôts carbonatés du Moi-Pliocène					SrO =2,0% et 3,14%	
Sr	0,6833	28,1667		Oued-el-Tseibat	villafanchiens					SrO est entre 4,06 et 5,01	Stro
Baryte	0,6667	28,1000		Oued-el-Tseibat	Dépôts Q2					BaSO4=11,14%SrO=12,11%	
Quartzite	0,8000	28,8833	stance UtileQuartzite	Draa-el-Harada	Cambrien Supérieur		E=100m-150m			substance SiO2 =95% et 98%	
Quartzite	0,7333	28,8000	Quartzites	Gara-RoumboRN n°10	Cambrien Supérieur		E=120mEmoyen=0,4	Penda		substance SiO2=96% à 98%AlO3 <1%	
Calcaire	0,7000	28,9000	Calcaire Dolomitisé	SW du Synclinal de Has	Dévonien mc 15Km		E=70m			penda substances utiles	
Argilite	0,5833	28,9000	Argillites	RN n°10 Djebel-Hech	Silurien L=15KmI=1km		E=150m à 200m			substance Al2O2=20,4%CaO+Al2O3+Na2O	
Dolomie	0,2833	28,6833	Dolomie	Moulay Mohammed	Silurien supi L=2Km		E=8m			substance MgO=21,1%Ca=29,34%	
Argiles	0,2833	28,3333	Argiles	Tsabit	Mio-Pliocèn 10m		E=5 à 10m			pas parvenus	
Diamant	0,4500	28,2833	Diamant	Tsabit	Quaternaire					Pièrres précieusesCristal de Diamant et le	

Figure n°55 : Exemple de fichier Excel.

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 ci : Fichier → Ajouter des données → Ajouter des données XY → Choisir la table → modifier la référence spatiale en choisissant « Geographic Coordinate Systems → World → WGS1984.prj ».

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

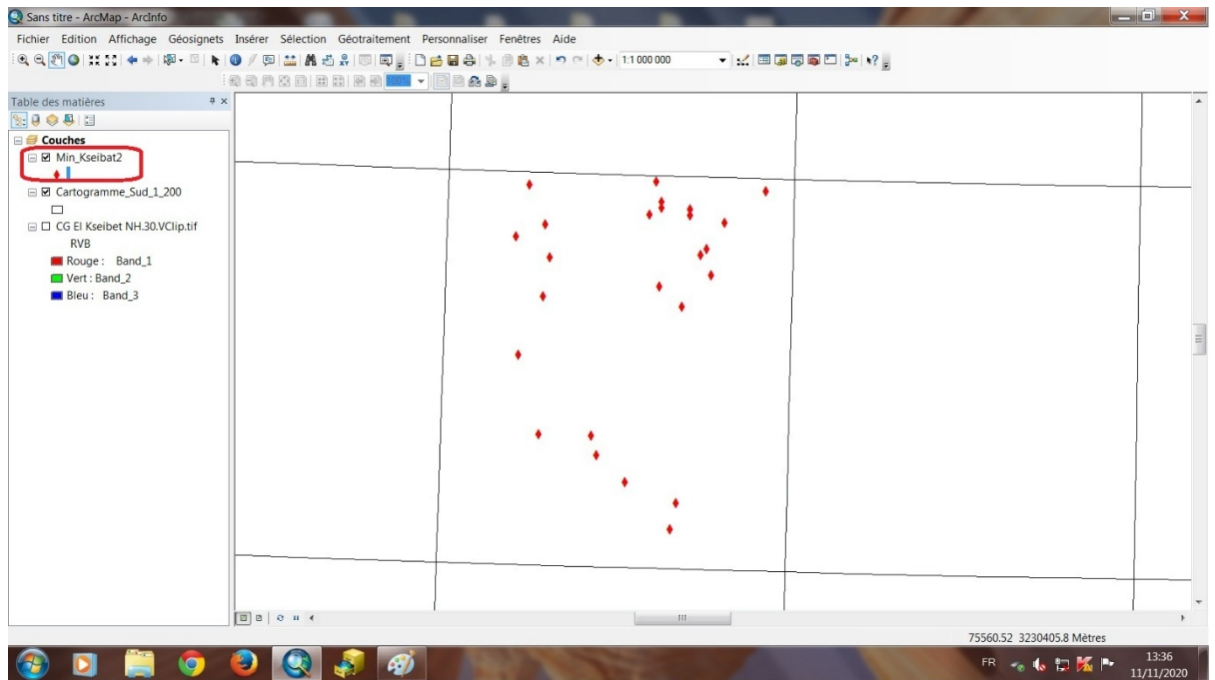


Figure n°56 : Exemple d'une couche ponctuelle de la feuille au 1/200.000 `EI Kseibat.

IV.15. Mise en page :

La mise en page est la dernière étape à la réalisation de carte SIG sous ArcGis.

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

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



Figure n°60 : Mode mise en page dans l'interface ArcMap.

Pour insérer les éléments indispensables à notre carte, il suffit d'ouvrir le « menu » → insérer → choisir l'item qui nous intéresse.

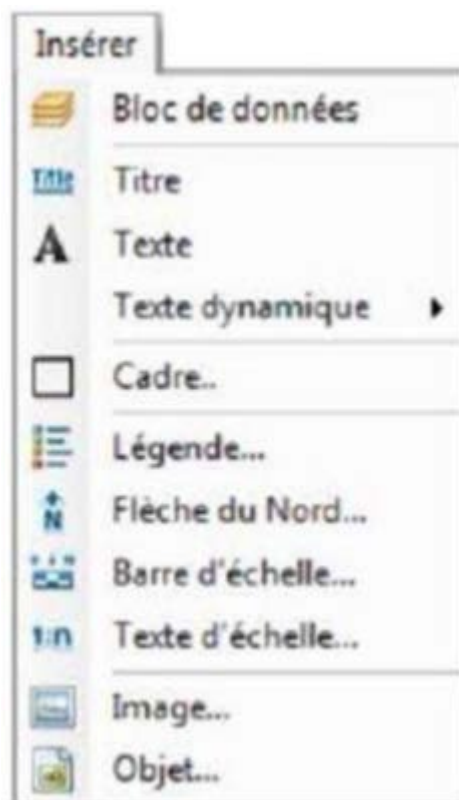


Figure n°57 : Liste d'items disponibles à l'insertion.

➤ Ajouter du texte : Clic sur **A** → puis on choisit où le mettre dans la carte, à l'endroit désiré.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

- Ajouter un titre : Insérer → Titre.

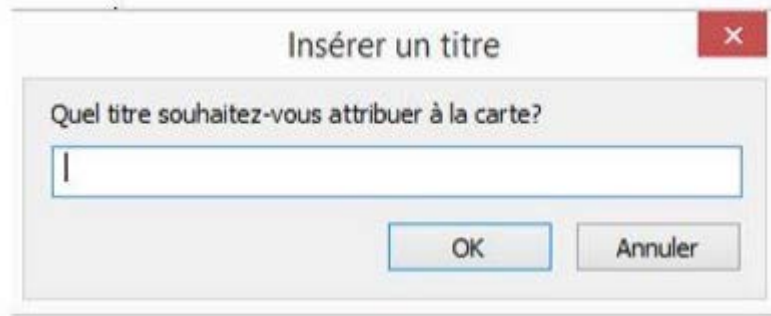


Figure n°58 : Boite de dialogue pour insérer un titre à la carte.

- Ajouter une orientation :

Insérer → Flèche du Nord.

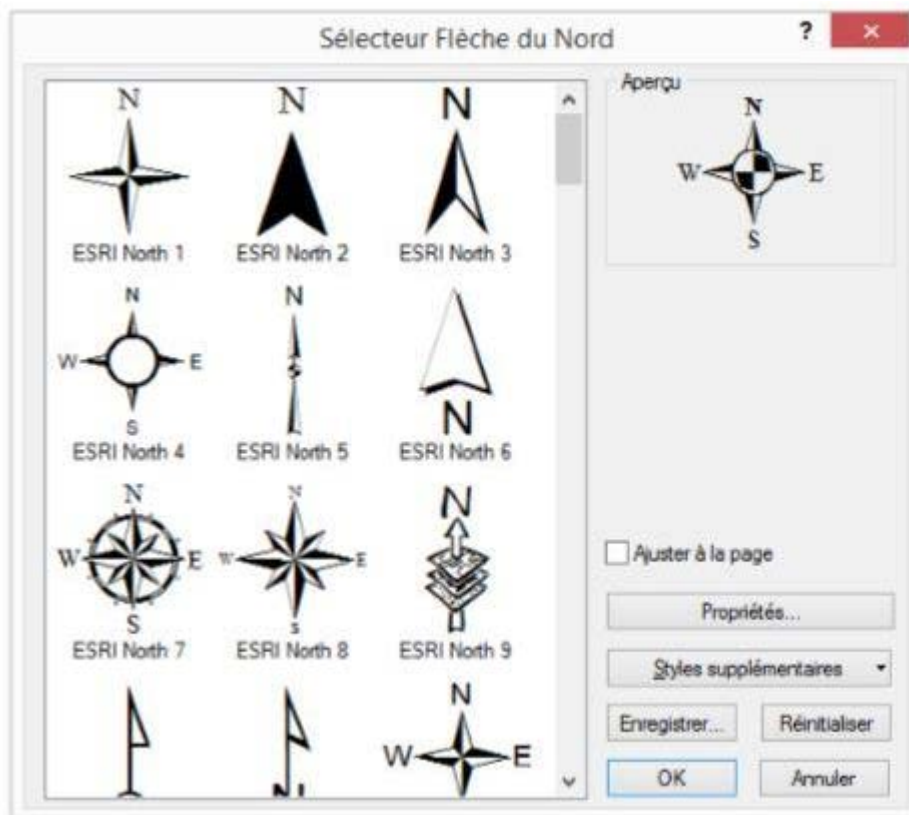


Figure n°59 : Sélection d'une flèche de Nord.

Il est aussi facile d'importer une flèche personnalisée.

- Ajouter une échelle graphique : Insérer → Barre d'échelle

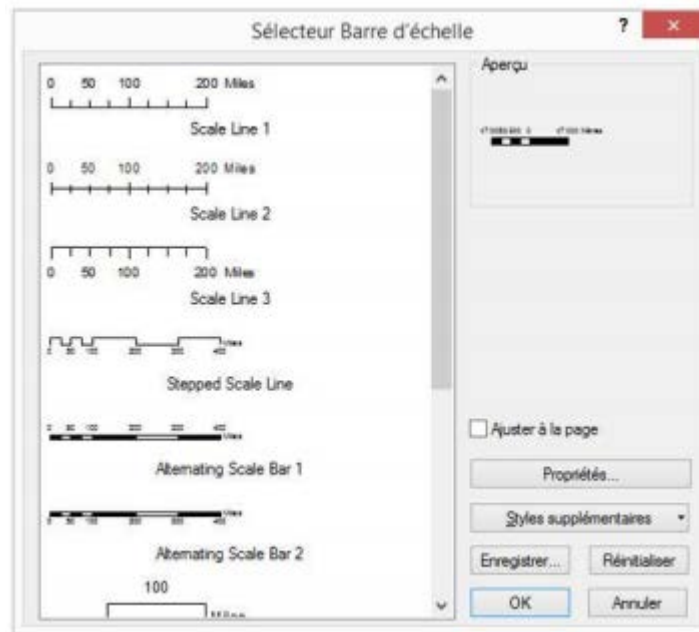


Figure n°60 : Sélection d'une barre d'échelle.

- Ajouter une légende : Insérer → Légende.

Une boîte de dialogue « L'assistant de légende » s'ouvre. La première fenêtre nous permet de faire sélectionner les couches qui seront intégrées dans la légende et de faire varier l'ordre d'apparition (organisation).

- Exportation de la mise en page :

Une fois la mise en page achevée, on peut l'imprimer directement depuis le menu « Fichier → Imprimer » ou bien de l'exporter afin de l'insérer dans un document.

Pour exporter : Menu fichier → Exporter la carte.

Une boîte de dialogue s'ouvre, celle-ci nous permet de choisir la résolution, la qualité de l'image exportée et son format. On donne un nom à notre carte, on choisit le dossier de destination et on enregistre.

Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

Um exemple est donné ci-dessous pour la carte SIG de Reggane (Fig.44)

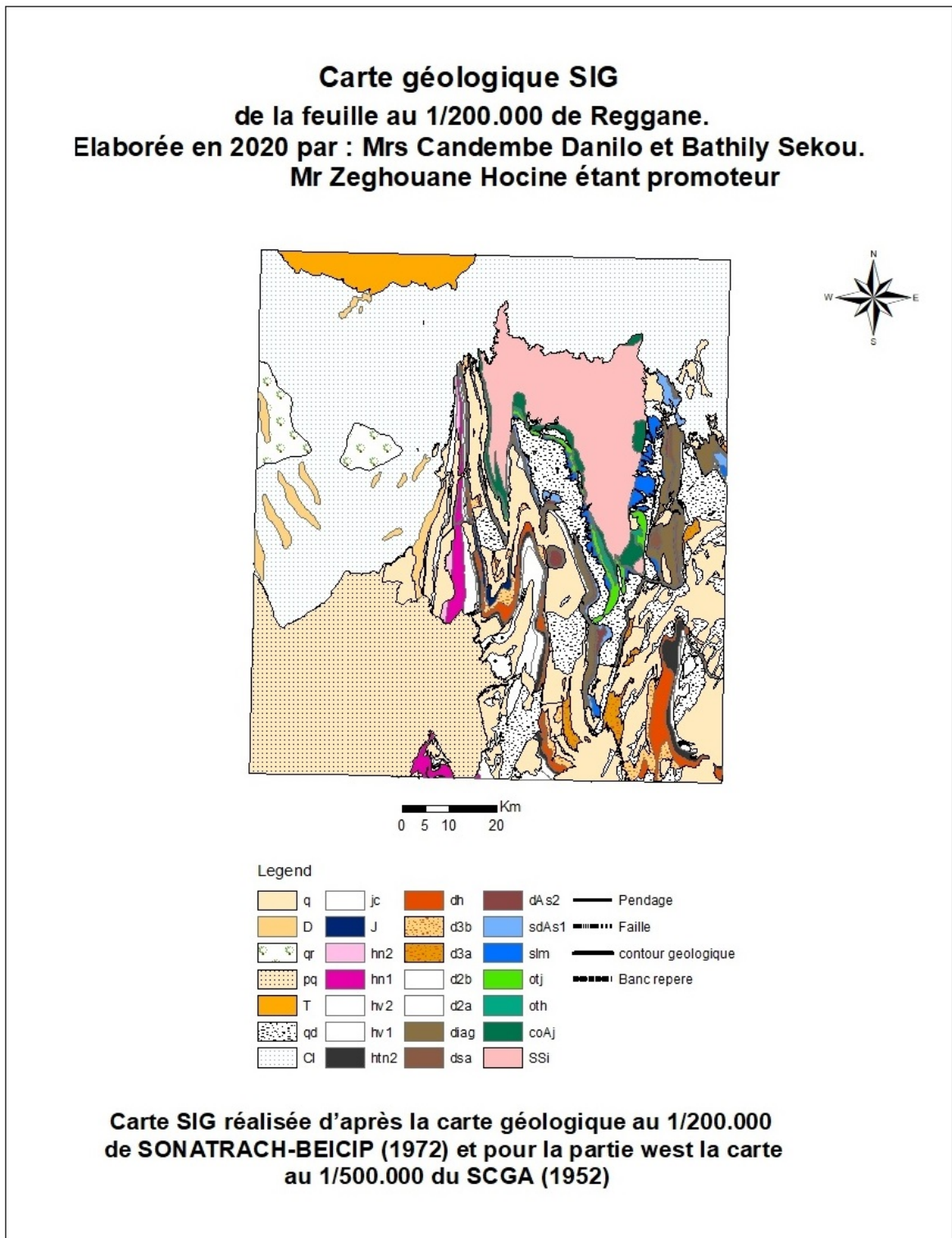


Figure n°61 : Exemples d'une carte SIG exportée sous format JPEG

Conclusion générale

Dans ce travail, mené dans le cadre du thème de recherche intitulé « Cartographie SIG des régions de Kseibat, Adrar, Reggane et Tanezrouft (Algérie) : Géologie et minéralisations associées. ». Le travail qui consistait à l'élaboration d'un SIG de ces feuilles a permis d'avoir un résultat double, transformer la carte géologique existante en une nouvelle forme de données numériques qui permet de rendre les informations géologiques faciles à manipuler, gérer et organiser.

L'objectif principal de ce travail a été donc largement atteint, le SIG géologique et minier complet de ses régions citées, a été réalisé par compilation d'un grand nombre de données géologiques et géologiques.

L'information concernant les occurrences minérales de la région d'étude a été rangée en plusieurs tableaux, représentées par une quarantaines de couches géologiques, organisés par type de minéralisations (Aurifères, métaux rares, Platinoïdes, polymétaux, terres rares...etc.) Et par type de gîte (Points minéralisés, indices, anomalies géochimiques...Etc.) Ce qui donne une idée du travail colossal effectué lors de l'étape de recherche et de bibliographie.

Ce SIG a joué un rôle déterminant en facilitant l'accès aux différentes couches qui représentent les formations géologiques, il a permis également un stockage des informations dans une base de données archivées qu'on pourrait utiliser ultérieurement pour d'autres études.

Le support utilisé pour le stockage de cette dernière est un support numérique donc présentant l'avantage d'une péremisation et un accès plus simple et plus pratique.

La mise à jour de l'information géologique et minière serait donc plus facile et plus rapide avec l'acquisition de nouvelles informations sur notre région d'étude.

Finalement, le « SIG des différentes feuilles » nous ont permis de :

- Créer une nouvelle forme de stockage de données numériques renfermant un grand volume de données géologiques et géologiques de manière définitive.

- Ces données à références spatiales permettent une localisation précise de l'information recherchée.

- Il permet d'actualiser et de convertir des données sans avoir recours à d'autres formes de données.

Bibliographie:

Abderrahmane MEKKAOU, 2015: Rapport general sur Le magmatisme basique de l'axe Damrane-Kahal Tabelbala (Daoura, Monts de l'Ougarta, Sud-Ouest, Algérie): Géologie, Pétrologie, Géochimie et Contexte Géodynamique

Benachour Houcine Boumediène, 2010 : Transgression du dévonien moyen dans le bassin de reganne.

Berrabah Ali, 2012: Aspect sedimentologique de l'Ordovicien au Ksar d'Ougarta et ses environs.

Bertrand et Caby, 1978 : Panafricain volcano-sedimentaire des formation de l'Adrar des Iforas.

CHABOU MoulleyCharaf 2002 : Etude pétrographique et géochimique du mesozoïque de la plate fore saharienne. .

Chadtchinev.A, L. K. (1983-1987). Rapport Final sur la recherche systématique et le levé géologique au 1/200.000 réalisés sur les feuilles : In-tedeini (NF-31-IV) et Tim-Missaou (NF-31X). VOLUME II- 2 - 1 Catalogue des points de minéralisation des indices et des anomalies géochimiques. Alger: O.R.G.M.

Chadtchinev.A, Lavrov.B, Koudrine.A, Joulikovnov.J, Gacharia.T, Acheraïou.M, & Boufadin.M. (1987). Rapport Final sur la recherche systematique et le levé géologique au 1/200.00 réalisés sur les feuilles: In-tedeini (NF-31-IV), Tim-Missaou (NF-31-X). VOLUME I-I. Alger: O.R.G.M.

Chikhaoui, 1974 : Volcanisme Ougartien (SW-ALGERIEN).

Hammas.I. (2015-2016). Système d'information géographique appliqué à la géologie et aux minéralisations de la feuille au 1/500.000. Tizi-Ouzou: U.M.M.T.O.

Liřgeois, Black et al. 1994, Evolution thermo-mécanique des terrains du Hoggar Algerien.

Mekkaoui, 1998, le magmatisme basique de l'axe Damrane-Kahal Tabelbala (Daoura, Monts de l'Ougarta, Sud-Ouest, Algérie): Géologie, ORGM inédit

Kiniakine.A, M. J. (1981-1982). Rapport Informatif de l'équipe In Ouzzal sur les travaux de levé et recherche au 1/200.00 effectués sur les feuilles Tessalit, Iffer et In-Ouzzal. O.R.G.M.

Moulley Charaf Chabou: Cours de Géologie Algérienne (3^{ème} année); Université Ferhat Abbas de Sétif.

Nasri Bahous, 2012: Mémoire sur l'Etude et développement de SIG sur Adrar.

Liégeois 2003 : LE MAGMATISME BIMODAL POST-PANAFRICAIN AU HOGGAR

Lelubre, 1952 ; Caby, 1970 ; Haddoum, 1992

Liégeois et al. (2003): Magmatisme bimodal post panafricain du hoggar.

Melle KRIM Nesma, 2015: Le passage du Devonien-Carbonifère dans les régions de l'Ougara.

Nedjari, 2007 Les Séquences sédimentopédogène dans les formations Hammadiennes du bassin de Tindouf (Algérie).

OUALI SALIMA 2005: Mémoire de Magister en géophysique (ETUDE GEOTHERMIQUE DU SUD DE L'ALGERIE)

Talah, 1991 : Le devonien inférieur de l'Anet occidental.

www.tutiempo.com: Pluviométrie mensuelle moyenne de la période (2004-2014).

LISTE DES ANEXES

Annexe 1: Cartographie SIG de la feuille au 1/200 000 El Ksseibt

Annexe 2: Cartographie SIG de la feuille au 1/200 000 Adrar

Annexe 3: Cartographie SIG de la feuille au 1/200 000 Reggane

Annexe 4: Cartographie SIG de la feuille au 1/200 000 Tanezrouft