

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 Géomateriaux et Environnement

### **Thème** :

**Cartographie SIG des feuilles au 1/200 000 de Hassi Chamba, Tabelbala et Ben Zohra ; région SW de l'Algérie : Géologie et minéralisations associées.**

Encadré par :

**Dr. ZEGHOUANE Hocine**

Présenté par :

**RODRIGUEZ Mario Afonso**

Soutenu Publiquement le : 28/12/2020 Devant le jury composé de :

<b>Mr. SAMI. L</b>	<b>Professeur</b>	<b>FSBSA UMMTO</b>	<b>Président</b>
<b>Mr. HAMIS. A</b>	<b>Maitre-assistant</b>	<b>FSBSA/UMMTO</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr. ZEGHOUANE H.</b>	<b>Maitre de conférences</b>	<b>FSBSA/UMMTO</b>	<b>Promoteur</b>

Année universitaire **2019-2020**

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 Géomateriaux et Environnement

### **Thème** :

**Cartographie SIG des feuilles au 1/200 000 d'Hassi Chamba,  
Tabelbala, Ben Zohra ; région SW de l'Algérie : Géologie et  
minéralisations associées.**

**Encadré par :**

**Dr. ZEGHOUANE Hocine**

**Présenté par :**

**RODRIGUES Mario Afonso**

**Soutenu Publiquement le : 28/12/2020 Devant le jury composé de :**

<b>Mr. SAMI. L</b>	<b>Professeur</b>	<b>FSBSA UMMTO</b>	<b>Président</b>
<b>Mr. HAMIS. A</b>	<b>Maitre-assistant</b>	<b>FSBSA/UMMTO</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr. ZEGHOUANE H.</b>	<b>Maitre de conférences</b>	<b>FSBSA/UMMTO</b>	<b>Promoteur</b>

**Année universitaire 2019-2020**

## 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 **Mr Sami** et à **Mr Hamis** avec lesquels nous avons eu des enseignements riches et des sorties de terrains fructueuses et que nous 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 enseignants et tous les personnels du département des Sciences de la Terre et de l'Univers de L'université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.

# Dédicace

Je dédie cet ouvrage à mes très chers parents ma mère **Clara Joao Bilonga** et à mon père **Afonso Rodrigues**, qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes frères, mes grands-pères et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail, ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime

Je profite de ce mémoire pour rendre hommage à mon grand frère **Bitome Mayazola Rodrigues** qui Dieu l'exalté, le tout miséricordieux te comble de ses grâces dans son paradis éternel... PAIX A SON AME.

## 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 trois feuilles au 1/200 000 qui sont : Hassi Chamba (NH-30-VIII), Tabelbala (NG-30-IX), Ben Zohra (NG-30-III). 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, Tabelbala, Ben Zohra, Hassi Chamba, Géologie, Minéralisations

## Table des Matières

### INTRODUCTION GENERALE

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

### 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 .....	17
3.1. Le Hoggar central .....	18
3.2. Le Hoggar occidental .....	18
3.3. Le Hoggar oriental .....	19
4. La plate-forme saharienne .....	19
5. APPERCU TECTONIQUE REGIONAL .....	19
5.1. La phase panafricaine .....	19
5.2. La phase calédonienne .....	20
5.3. La phase hercynienne .....	20
5.4. La phase post-hercynienne .....	21
5.5. La phase autrichienne .....	21

## CHAPITRE II: GÉOLOGIE DE LA REGION D'ÉTUDE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>23</b>
<b>1. Litho-Stratigraphie</b> .....	<b>24</b>
1.1. Précambrien (Protéroïque) .....	24
1.2. Protérozoïque supérieur .....	24
<b>2. Paléozoïque</b> .....	<b>24</b>
2-1. Cambrien .....	24
2-1-1. Cambrien inférieur .....	25
2-1-2. Cambrien supérieurs .....	25
2-2. Ordovicien .....	25
2-2-1. Ordovicien inférieur .....	25
2-2-2. Ordovicien supérieur .....	27
2-3. Silurien (S) .....	28
<b>3. Le Devonien</b> .....	<b>28</b>
3.1. Le devonien inférieur .....	29
3.2. Le devonien moyer supérieur .....	29
<b>4. Cénozolque</b> .....	<b>29</b>
4-1. Néogène (N) .....	29
4-2. Quaternaire .....	30
<b>5. TECTONIQUE</b> .....	<b>31</b>
5.1. Tectogénèse baïkalianne .....	31
5.2. Tectogénèse calédonienne .....	31
5.3. Tectogénèse hercynienne .....	32
5.4. Structure synclinale de Ben-Tadjine .....	32
5.5. Synclinal de Kahal – Tabelbala .....	32
5.6. Anticlinal de Ben-Zohra .....	32
5.7. Structures cassantes .....	33

<b>6. Minéralisation .....</b>	<b>33</b>
--------------------------------	-----------

### **CHAPITRE III: GÉNÉRALITÉS SUR LES SIG**

1.Introduction .....	35
2. Les composantes d'un SIG .....	36
2.1. Matériel .....	36
2.2. Utilisateurs .....	36
2.3. Méthodes .....	36
2.4. Données .....	37
2.5. Logiciels .....	37
3. Présentation des données dans un SIG .....	38
3.1. Mode Raster .....	38
3.2. Mode Vecteur .....	39
3.3. Comparaison des modes vecteurs et rasters .....	40
4. Les Avantage d'un SIG .....	41
5. Le SIG et la Géologie .....	42
5.1. Construction du SIG géologique .....	42
6. Architecture du modèle spatial .....	43
7. Méthode de construction d'un SIG .....	43
8. Utilités d'un SIG .....	44
9. Domaines d'application d'un SIG .....	45
9.1. L'Approche territorial .....	45
9.2. L'Approche par domaines d'applications .....	45
10. Fonctionnement d'un SIG sous ArcGIS .....	46
10.1. Couches .....	46
10.2. Références géographiques .....	46
10.3. Présentation de l'interface ArcMap .....	46
10.4. ArcCatalog .....	49

10.5. Présentation de l'interface ArcToolBox .....	50
10.6. Le document MXD .....	51

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

1 Introduction .....	55
2. Etapes suivis pour la réalisation du travail .....	55
3. Choix du système de coordonnées dans ArcCatalog .....	60
4. Attribution de la référence spatiale .....	62
5. Choix du système de coordonnées dans ArcCatalog .....	62
6. Choix du même système de coordonnées dans ArcMap .....	63
7. Importation de la carte à caler depuis ArcCatalog vers ArcMap .....	64
8. Ajouter les points de contrôle .....	65
9. La Litho-stratigraphie .....	71
10. Vectorisation linéaire Polyligne .....	72
11. Tectonique //.....	72
12. Vectorisation ponctuelle (points) .....	76
13. Création d'un fichier Excel .....	76
14. Mise en page .....	78
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>84</b>

## LISTE DES FIGURES

**Fig. n°01:** Cartogramme de la région d'étude.

**Fig. n°02:** Situation géographique de la région d'étude.

**Fig. n°03:** Géomorphologie de la région d'étude (Berrabah, 2012).

### Chapitre I

---

**Fig.n°04 :** Les grands ensembles géologiques du Sahara ( Fabre, 1976)

**Fig. n°05 :** Principales unités structurales de l'Afrique occidental (Peucat et al. 2005).

**Fig. n°06:** région de l'Ougarta (Michard, 1976 ; Ennih et Liégeois, 2001).

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

**Fig. n°08:** Carte géologique et Colonne litho-stratigraphiques des monts de l'Ougarta et événement géologiques majeurs (Mekkaoui, 1998, ORGM, inédit).

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

**Fig. n°10:** Bouclier Touareg (liegeois et al 2003)

### CHAPITRE II

---

**Fig. n°11:** Colonne lithostratigraphique des monts de l'Ougarta (Abderrahmane MEKKAOUI, 2015).

### CHAPITRE III

---

**Fig n°12:** Base de données géographique.

**Fig n°13:** Les composantes d'un SIG

**Fig n°14:** Exemple de données rasters.

**Fig n°15:** Exemples de données vectorielles.

**Fig n°16:** Interface ArcMap.

**Fig n°17:** Interface ArcCatalog.

**Fig n°18:** Interface ArcCatalog au travers ArcMap.

**Fig n°19:** Interface ArcToolBox.

**Fig n°20:** Fenêtre d'enregistrement du document ArcMap

**Fig n°21:** Fenêtre des propriétés de la carte.

**Fig n°22:** Fenêtre des propriétés de la carte.

## CHAPITRE IV

---

**Fig n°23:** Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.

**Fig n°24:** Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude.

**Fig n°25:** Cartogramme du sud-ouest de l'Algérie avec région d'étude.

**Fig n°26 :** Connexion à un dossier via ArcCatalog (1).

**Fig n°27:** Connexion à un dossier via ArcCatalog (2).

**Fig n°28 :** Une présentation d'interface ArcCatalog montrant icône connexion a un dossier

**Fig n°29:** Connexion à un dossier via ArcCatalog

**Fig n°30:** Attribution d'un système de coordonnées projetées via ArcCatalog.

**Fig n°31:** Attribution d'un système de coordonnées via ArcMap.

**Fig n°32:** Calage de la carte géologique

**Fig n°33:** De la carte vers l'image vecteur.

**Fig n°34:** Créer un fichier de formes.

**Fig n°35:** Choix du type d'entité et du système de coordonnées.

**Fig n°36:** Activer l'outil Editeur.

**Fig n°37:** Ouvrir une nouvelle session de mise à jour.

**Fig n°38:** Vectorisation de l'entité polygonale "Quaternaire" des feuilles de Tabelbala.

**Fig n°39:** Couches Lithostratigraphiques vectorisées de Tabelbala .

**Fig n°40:** Exemple de vectorisation linéaire (Failles) des feuilles Tabelbala.

**Fig n°41:** Vectorisation linéaire complété de la feuille de Hassi Chamba à 1/200.000

**Fig n° 42:** Carte Raster de Hassi Chamba .

**Fig n°43:** Carte vectorisée de la feuille de Hassi Chamba au 1/200.000.

**Fig n° 44:** carte vectorisée de la feuille de Tabelbala au 1/200.000

**Fig n°45:** carte vectorisée de la feuille de Ben Zohra au 1/200.000

**Fig n°46:** Exemple de fichier Excel.

**Fig n°47:** Exemple d'une couche ponctuelle de la feuille au 1/200.000

**Fig n°48:** Mode mise en page dans l'interface ArcMap.

**Fig n°49:** Liste d'items disponibles à l'insertion.

**Fig n°50:** Boite de dialogue pour insérer un titre à la carte.

**Fig n°51:** Sélection d'une flèche de Nord.

**Fig n°52:** Sélection d'une barre d'échelle.

**Fig n°53:** Exemples d'une carte SIG exportée sous format JPEG

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau n° 01 : Pluviométrie mensuelle moyenne de la période (2004- 2014) .....	5
Tableau n° 02 : Les températures mensuelles de la période entre (2004 – 20 ) .....	5
Tableau n° 03 : Humidité moyenne de l'air de période entre 2004- 2014 .....	6
Tableau n° 04 : Vitesse moyenne du vent de la période entre (2004 – 2014) .....	6
Tableau n° 05 : Les phases tectoniques de la plate-forme saharienne .....	21
Tableau n °07 : Comparaison entre le mode VECTEUR et le mode RASTER .....	41

## INTRODUCTION

### 1. But et objectif de l'étude :

Le but de ce travail consiste à établir une cartographie SIG de trois cartes géologiques des coupures au 1/200.000 qui sont : Hassi Chamba (**NH-30-VIII**), Tabelbala (**NG-30-IX**) et Ben Zohra (**NG-30-III**). 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 par rapport à 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 ce 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 aux minéralisations de la région d'étude, dont l'utilisation nous permettra la présentation des informations collectées et organisées sous forme des cartes thématiques.

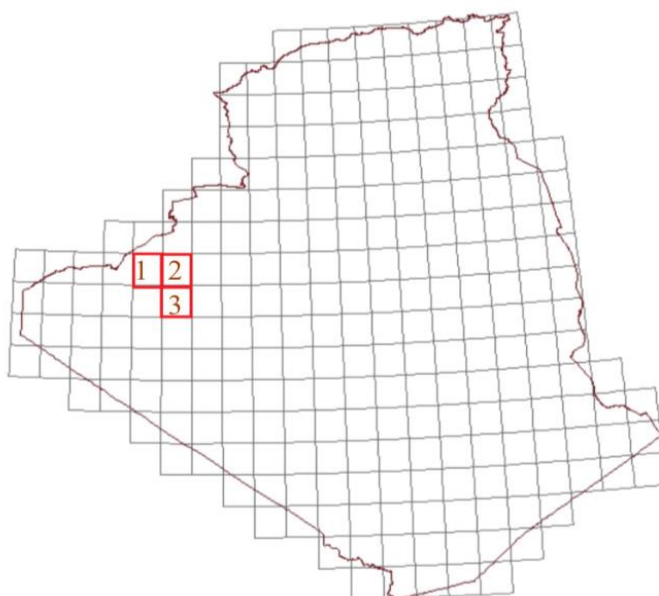
## 2. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

### 2.1. Contexte géographique.

La région d'étude se situe au NW de la plate-forme saharienne, plus précisément au sud des monts d'Ougarta qui font partie intégrante du Sahara nord-occidental. Elle correspond à une large bande grossièrement orientée NW-SE, distante à environ 250km au Sud de la ville de Béchar. Ces monts s'étendent sur 450km de longueur et d'environ 250km de largeur, depuis la terminaison orientale de l'Anti-Atlas marocain du Tafilalt jusqu' à l'extrémité occidentale du bouclier Touareg (Fig. 2 et 4).

Les Monts d'Ougarta sont limités au Nord par la Hamada du Guir ; au Sud-Ouest par les Ergs Chech et Iguidi ; au Nord-Est par le grand Erg occidentale et au Nord-Ouest par le plateau de Kem-Kem (Fig.3).

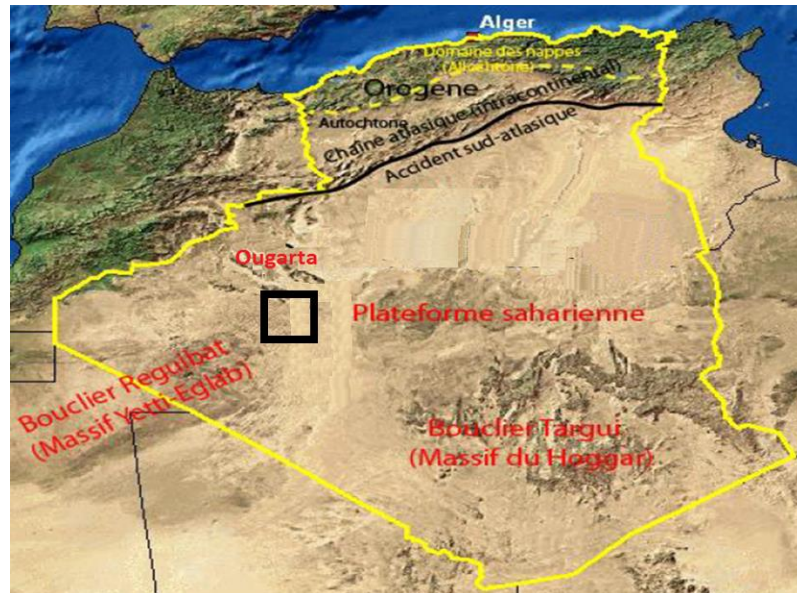
La région d'étude est constituée par les coupures au 1 200 000 des feuilles citées ci-haut (Fig. 1).



**Fig.1 : Cartogramme de la région d'étude**  
Feuilles au 1/200 000 ; Tabalbala (1), Hassi Chamba (2), et Ben Zohra (3).

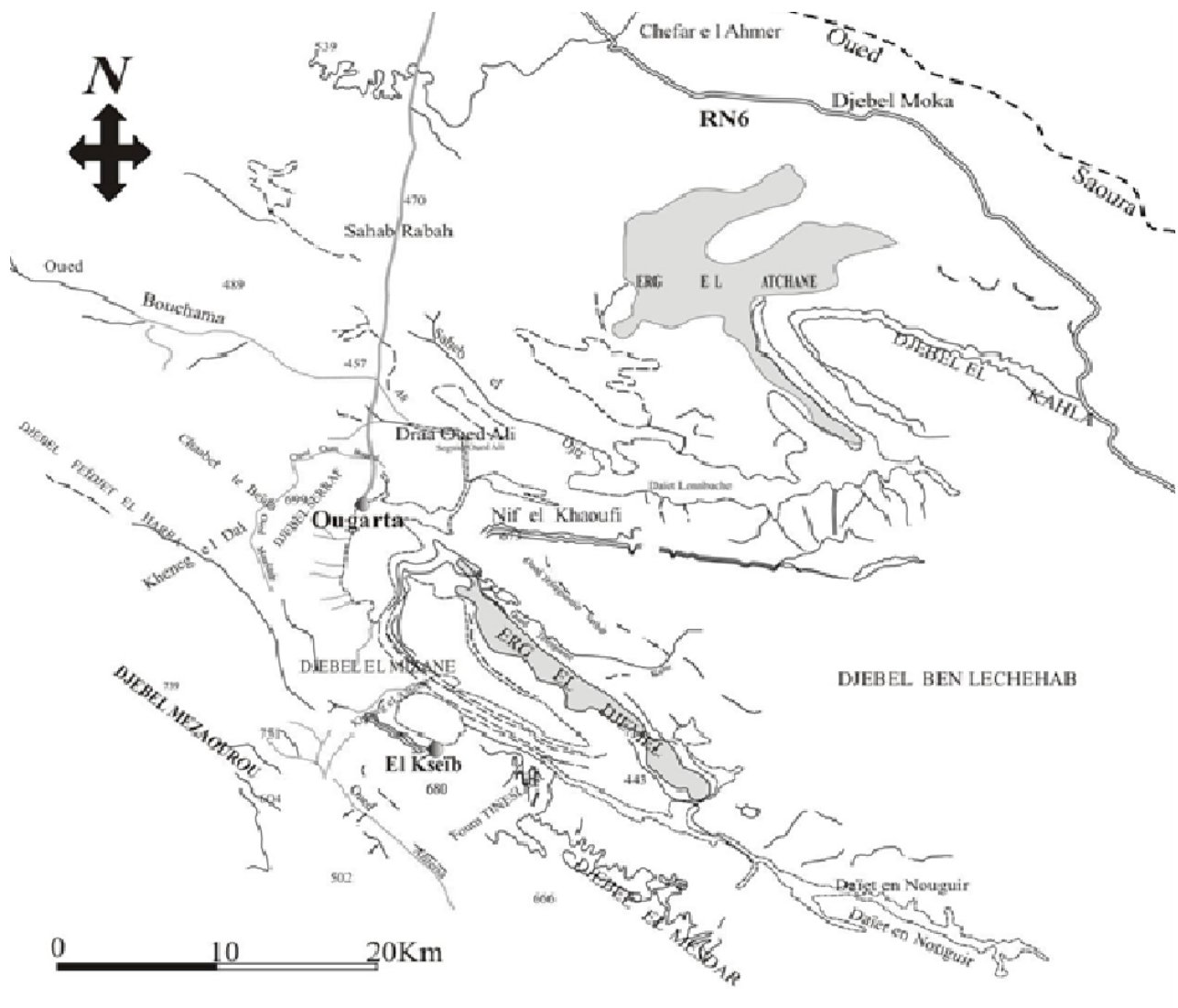
## 2.2 . GEOMORPHOLOGIE DE LA REGION

La région se définit comme une surface tabulaire en aval des boucliers Reguibat et Targui. Elle se sépare de l'Atlas saharien par un couloir tectonique étroit (Fig. 2). Elle est essentiellement détritique. Cette plate-forme saharienne a attiré l'attention de plusieurs chercheurs dès l'époque coloniale pour son grand intérêt économique minier et pétrolier.



**Fig.2 : situation géographique de la région d'étude**

Sur le plan morphologique, la chaîne d'Ougarta se présente sous forme de deux grands faisceaux d'orientation générale SE- NW et enserrant Erg Raoui : le faisceau de la Saoura, au Nord et le faisceau de la Daoura, au Sud. Suivant cette orientation, ces monts constituent le prolongement oriental de l'Anti-Atlas marocain alors qu'au sud, ils se prolongent en direction du bouclier de Touareg (Fig. 3).



**Fig.3 : Géomorphologie de la région d'étude (Berrabah, 2012)**

### 3. Climat et précipitations atmosphériques :

La région d'étude a un climat typique désertique chaud (Köppen classification climatique *BWh*), avec des étés extrêmement chauds et des hivers doux, et très peu de précipitations tout au long de l'année.

Le maximum de précipitation est enregistré pendant les mois d'avril et d'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 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 a 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 est 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).

# **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.

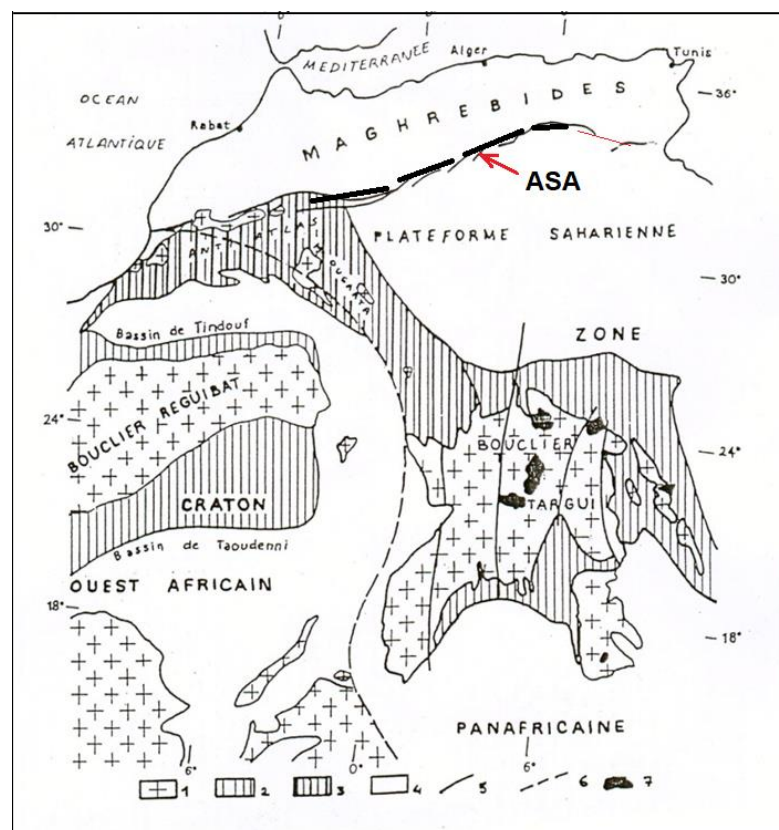


Fig.4 : les grands ensembles géologiques du Sahara (Fabre, 1976)

1- Précambrien et Cambrien ; 2- Protérozoïque supérieur 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 (Fig. 5).

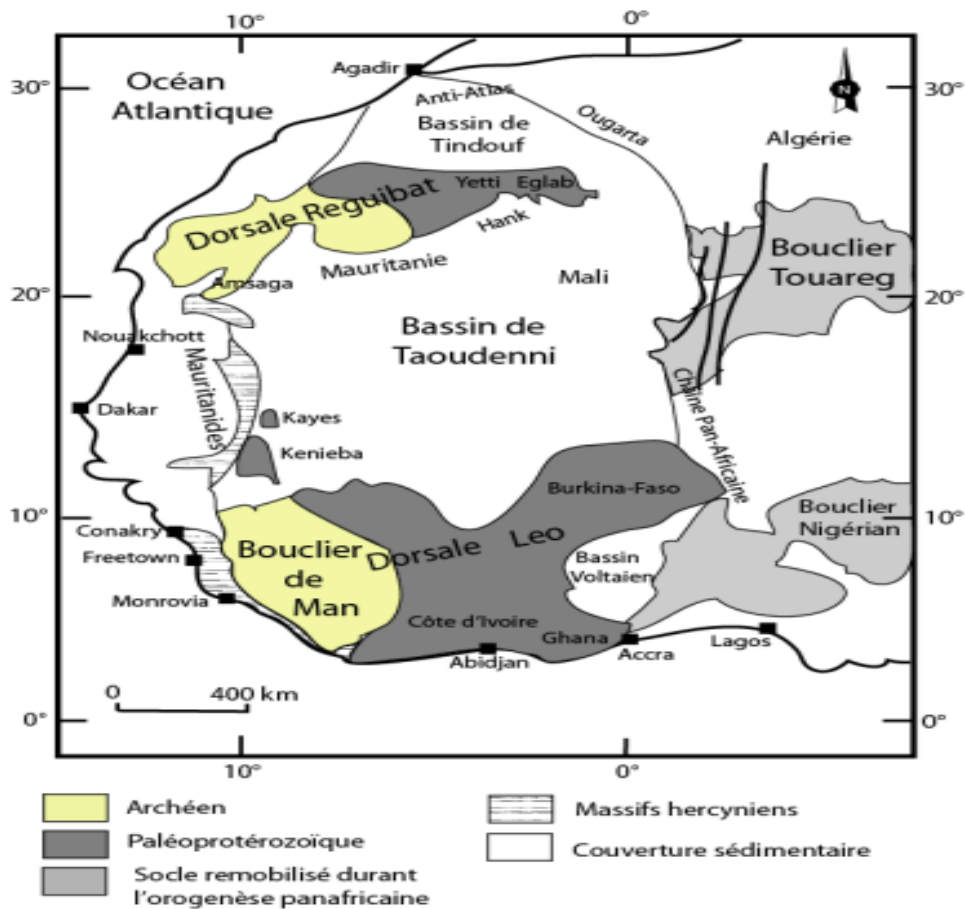


Fig. n°5 : Principales unités structurales de l'Afrique occidentale ( Peucat et al. 2005).

## 2. Les monts de l'Ougarta:

Un peu à l'image de l'Anti-Atlas marocain, la géologie des monts de l'Ougarta comprend un substratum volcano-sédimentaire et magmatique ou socle surmonté en discordance par une couverture paléozoïque. L'appartenance de ce socle au Précambrien ou au Néoprotérozoïque n'est que par analogie à celui de l'Anti Atlas marocain. Aucune datation radiométrique ne confirme cet âge. La seule datation connue (K/Ar sur roche totale) a donné des âges compris entre 370 et 280 millions d'années (Menchikoff, 1963 ; in Fabre, 1976).

Toutefois, cet âge est considéré irrecevable, du fait de la position des volcanites sous la série paléozoïque. Certains auteurs interprètent cette isochrone en âge rajeuni enregistré lors de l'orogénèse hercynienne, et d'autres supposent qu'elle serait plutôt d'âge Cambrien (Fabre, 1976, Aït-Kaci Ahmed, 1990).

## Chapitre I : Géologie régionale

Cette entité se situe grossièrement sur le tracé de suture entre le Craton Ouest Africain et le domaine panafricain et par conséquent, son histoire géodynamique est si complexe : elle porte des stigmates depuis le Panafricain, en passant par les événements hercyniens, responsables de sa structuration, jusqu'à l'histoire géologique récente alpine.

Cette succession d'événements fait des monts de l'Ougarta un terrain d'étude privilégié, mais également une zone particulièrement complexe où des travaux géochronologiques, et métallogéniques sont encore à venir.

En effet, dans ces terrains, l'activité hydrothermale a été importante, se traduisant par une remarquable abondance des filons de quartz et de quartzo-barytiques minéralisés (Averianov et Mekkaoui A., 1998, inédit). Ces filons hydrothermaux ont été datés à 323 Ma (Bonhomme et Fabre, 1996).

En métallogénie, un corps magmatique est indispensable comme étant une source de chaleur assurant, soit un rôle direct, soit indirect dans ce circuit hydrothermal.

Toutefois, les roches magmatiques de l'Ougarta sont considérées comme étant un socle et leur âge n'est discuté que dans la fourchette " **Précambrien – Cambrien** ".

Nous savons également que l'altération hydrothermale et les minéralisations sont le plus souvent liées à un système de fractures.

De ce fait, les manifestations doléritiques présumées triasico-jurassiques et crétacées poseraient des difficultés pour appréhender les processus de formation des minéralisations.

Une telle situation nous incite à approfondir nos études sur ce magmatisme afin de pouvoir cerner ce problème métallogénique.

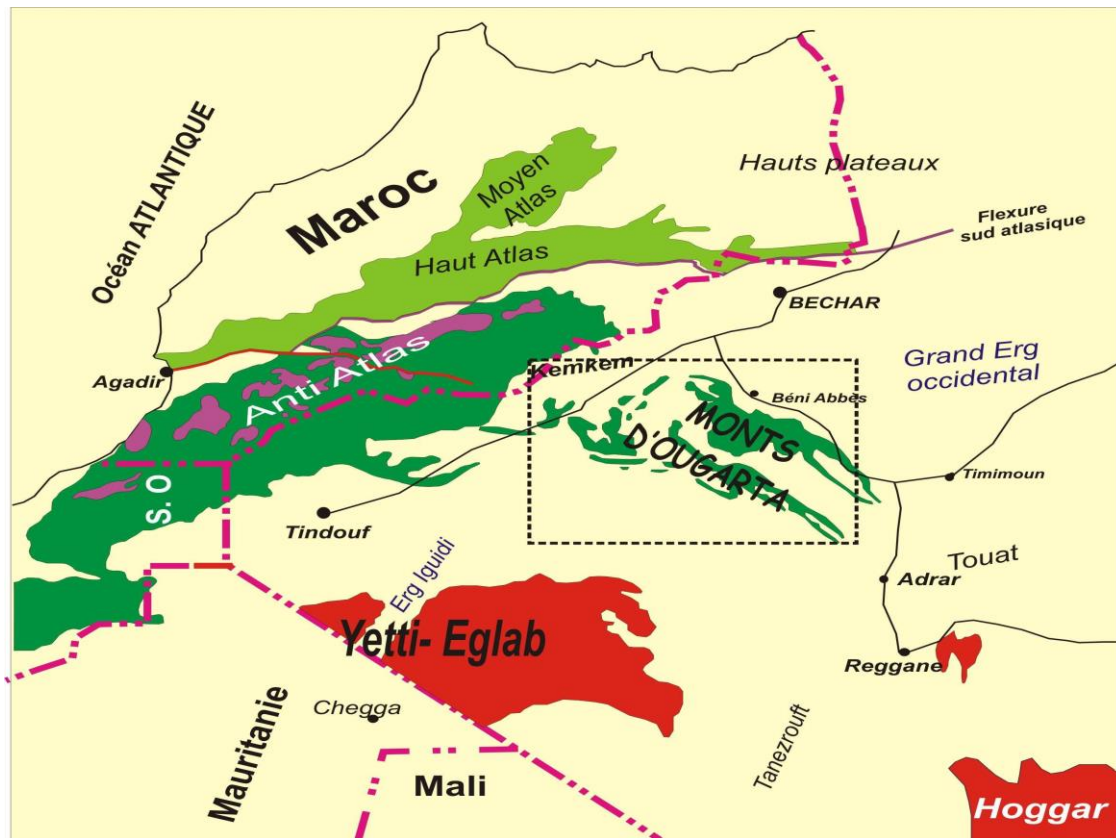
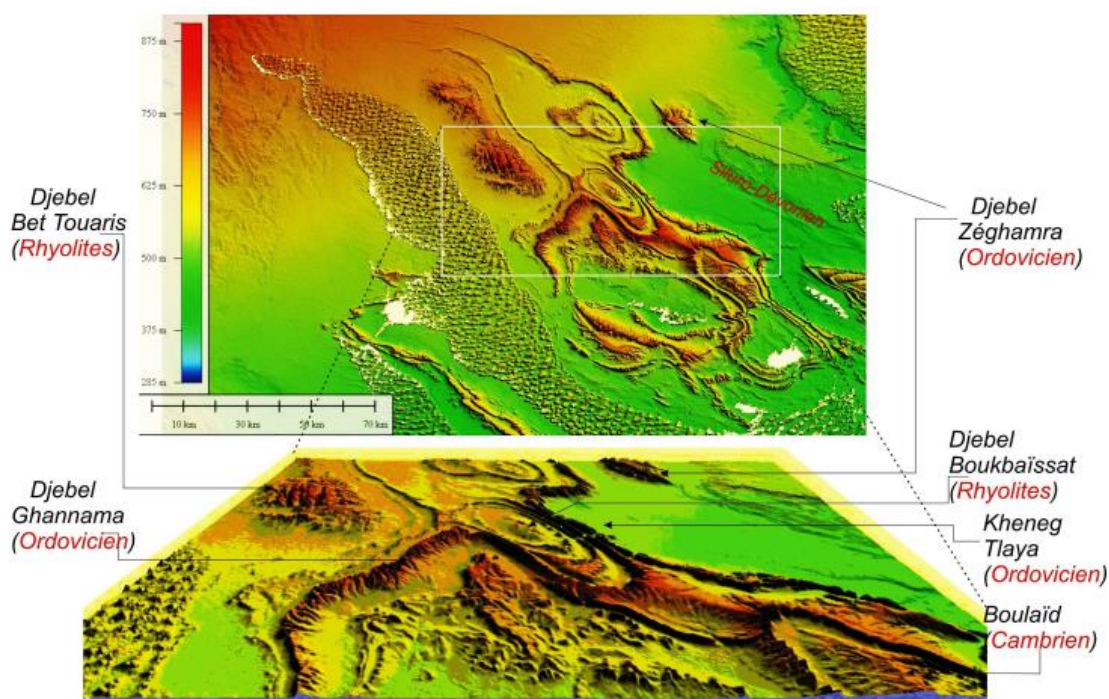


Fig. n°06 : région de l'Ougarta (Michard, 1976 ; Ennih et Liégeois, 2001).

(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-ordoviens forment l'ossature de cette chaîne sous forme de véritables reliefs antifformes. En revanche, les formations tendres siluro-dévonniennes 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)



**Fig.7: 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.

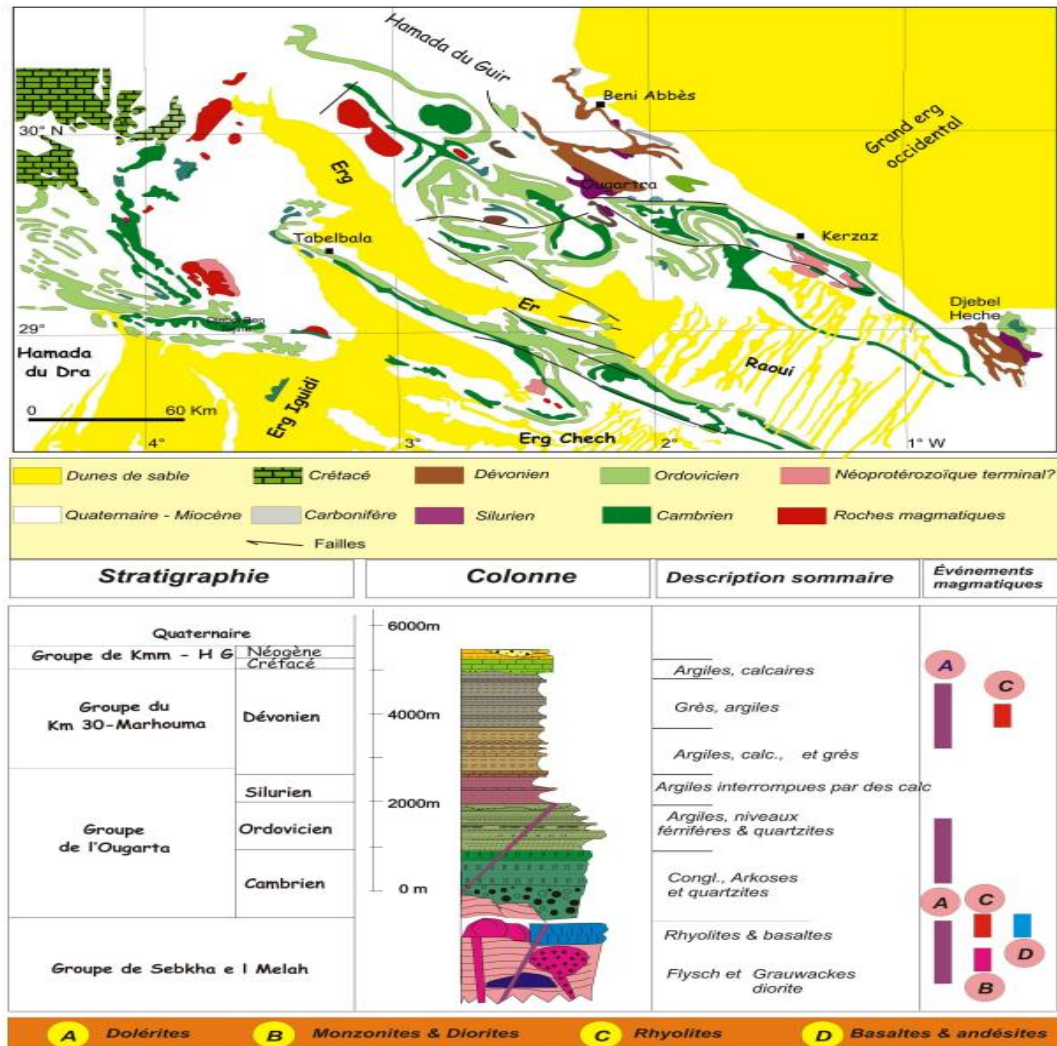
Suite aux recommandations de *l'International Union of Geological Sciences*, le terme Néoprotérozoïque a été introduit à l'Anti-Atlas puis translaté aux monts de l'Ougarta.

Contrairement à l'Anti-Atlas, le Néoprotérozoïque 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.



**Fig.8 : Carte géologique et Colonne litho-stratigraphique des monts de l'Ougarta et événement géologiques majeurs (Mekkaoui, 1998, ORGM, inédit).**

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).

## Chapitre I : Géologie régionale

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 (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 km<sup>2</sup> de superficie, il est le plus important constituant du bouclier touareg.

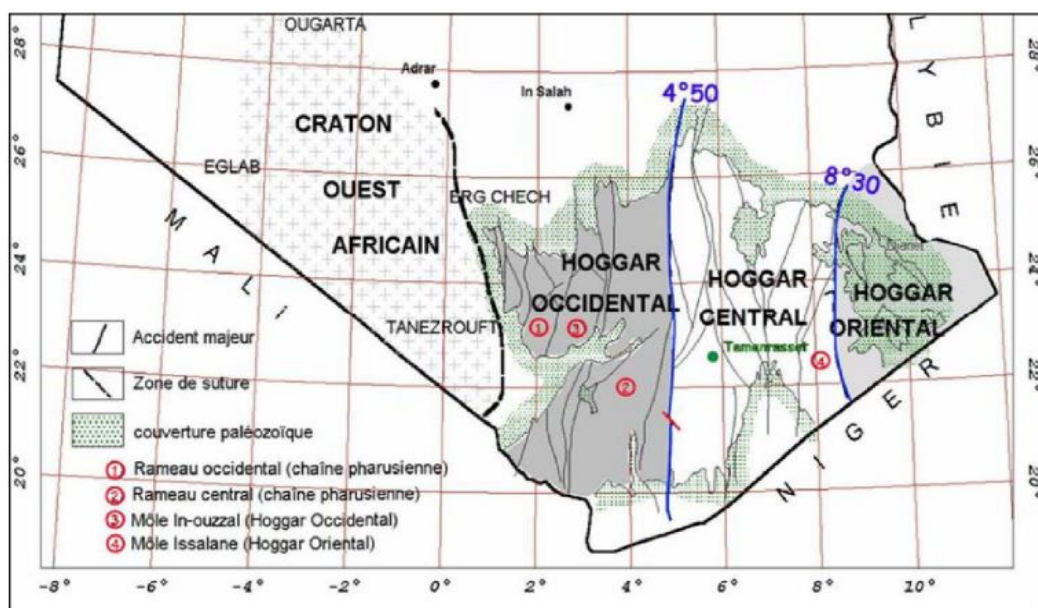


Fig.9 : Carte géologique du Hoggar (liegeois et al 2003).

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).

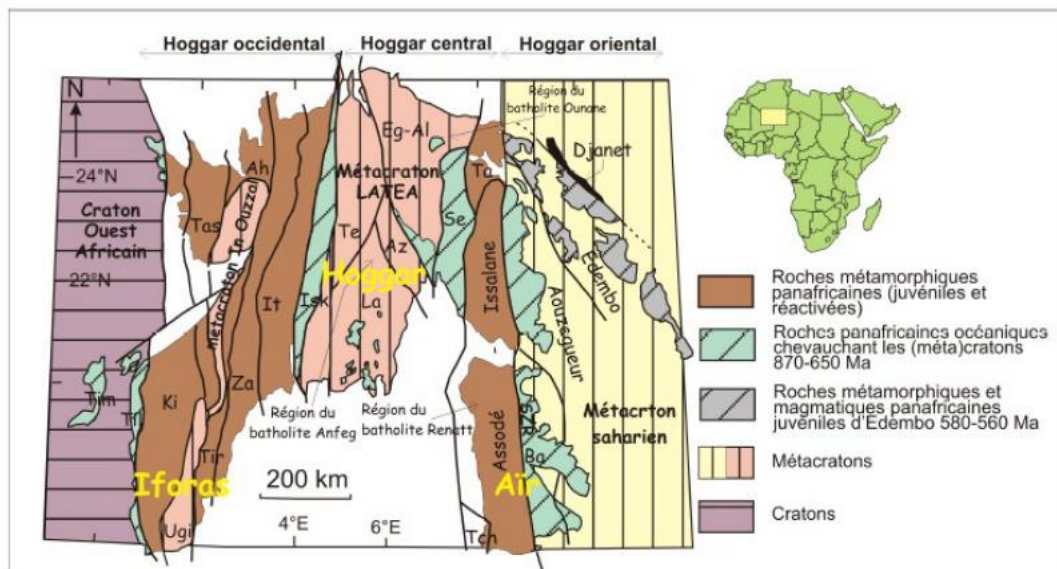


Fig.10 : Bouclier Touareg (liegois et al 2003).

### 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 du 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. APPERCU TECTONIQUE REGIONALE :**

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:

#### **5.1. 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.

### 5.2. 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 tectonique (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.

### 5.3. 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.

### 5.4 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 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.

### 5.5 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 se sont réactivées par la phase de compression pyrénéenne.

## Chapitre I : Géologie régionale

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

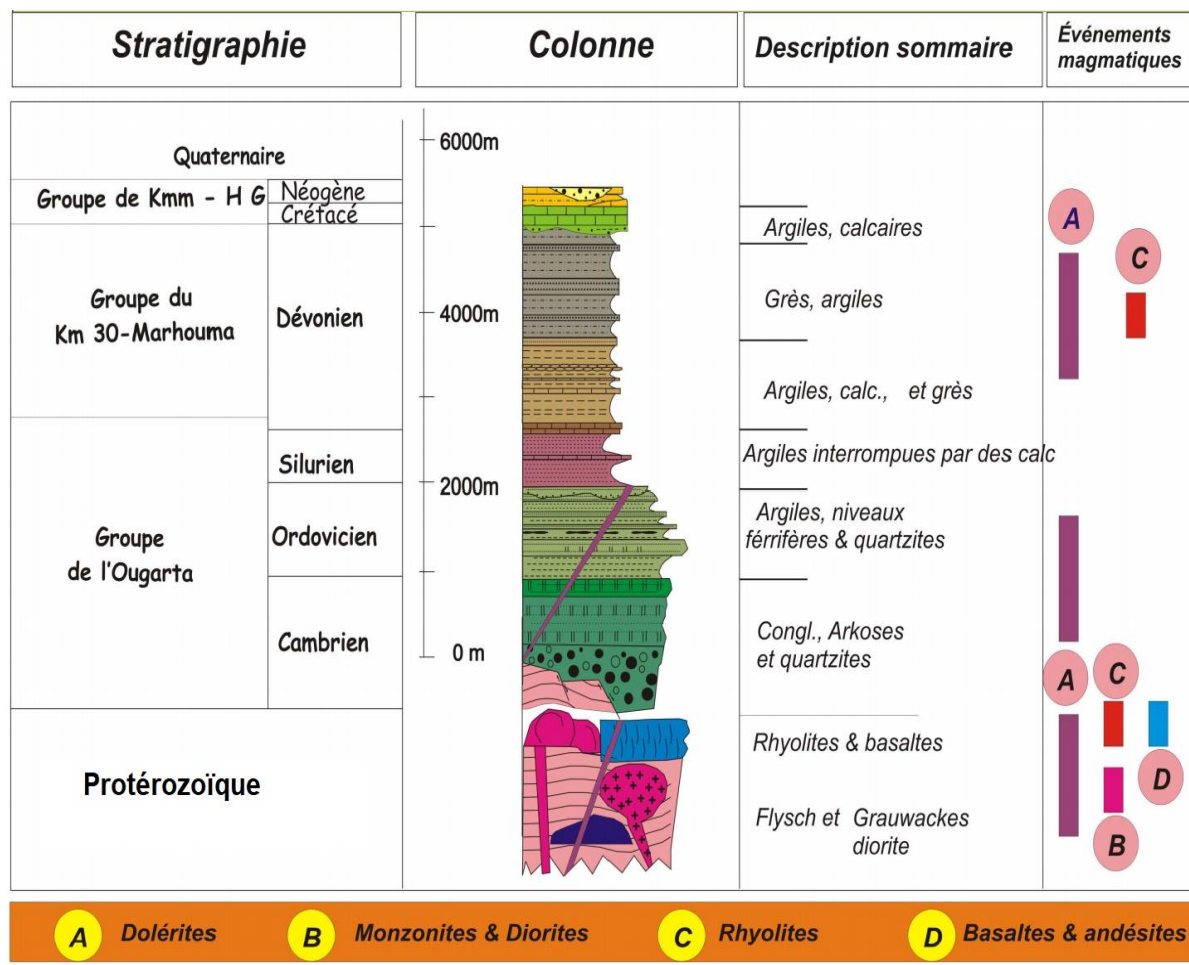
<b>Phases tectoniques</b>	<b>Epoque d'intervention maximale</b>	<b>Types de Failles</b>	<b>Influence sur la Sédimentation</b>
<b>Autrichienne</b>	-	Failles normales N-S	-
<b>Hercynienne majeur</b>	Carbonifère Terminal	Failles inverses NE-SW	Erosion sur les axes NE-SW
<b>Hercynienne Précoce</b>	Viséen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

**CHAPITRE II :**  
**GÉOLOGIE DE LA**  
**RÉGION D'ÉTUDE**

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

### INTRODUCTION

La région étudiée est incluse principalement à la zone subgéosynclinale dite "Les chaînes d'Ougarta". Elle est composée par des formations volcanogènes du Protérozoïque Tardif appartenant à l'étage structural inférieur (protérozoïque), de sédiments terrigènes-carbonates de l'étage moyen (paléozoïque) ainsi que de dépôts continentaux meubles quaternaires de genèse différente de l'étage structural supérieur de la région.



**Fig.11: Colonne lithostratigraphique des monts de l'Ougarta (Abderrahmane MEKKAOUI, 2015).**

### 1.Litho-Stratigraphie:

#### 1.1. Précambrien (Protéroïque):

#### 1.2. Protérozoïque supérieur:

On attribue arbitrairement aux formations du Protérozoïque supérieur un ensemble de roches volcanogènes, affleurant dans la partie Nord de la feuille "OUGARTA" (NH -30 -X) (coeurs des boutonieres anticlinales d'âge hercynien de Bet-Touaris, tabelbala, de Bou Kbaissat et de Belfefoul) dont la profondeur d'érosion atteint 100 - 120 m.

Les formations plus tardives sont mises à jour sur les flancs de l'anticlinal, ils sont essentiellement représentées par des laves bréchiques de porphyres liparitiques et quartzifères, Les ignimbrites à plagioclase, Les roches brun-lilas en rose crème clair, plus rarement vert clair, à structure perphyrique et texture fluidale en bréchique, contiennent des fragments de laves grises, crèmes ou versicolores. Elles tirent un peu sur le blanc.

### 2. Paléozoïque:

Parmi les roches du Paléozoïque on distingue : Une série de conglomérats rouges attribuée arbitrairement au Cambrien inférieur (E,K,) ; Une puissante série essentiellement gréseuse du Cambro-Ordovicien, connue sous le nom de "grès d'Ougarta" ; et des argiles du Silurien.

#### 2.1. Cambrien:

Les terrains cambriens de la région reposent en discordance sur les formations de l'ensemble volcano-sédimentaire du Protérozoïque supérieur. Leurs limites inférieure sont placées de façon conventionnelle à la base de la série de conglomérats rouges..La limite supérieure passe par le toit des quartzites gris-clair de l'assise d'AIn en Néchea contenant des débris de lingules et Brachiopodes de l'Acadien-Potsdamien. En se basant sur les découvertes des fossiles et sur les corrélations avec les formations analogues de l'Anti-Atlas Marocain, N.MENCHIKOFF (1949, 1952), M.GOMEZ-SILVA (1963), M.ALIEV (1971) et Al ont divisé la série cambrienne d'Ougarta en deux termes. Le terme infé+ ' rieur est représenté par les dépôts du Géorgien, celui supérieur - par l'Acadien et le Potsdamien.

#### 2.1.1. Cambrien inférieur:

A ce groupe on attribue conventionnellement la série de conglomérats rouges de Ben-Tadjine et la série bigarrée connue dans la littérature sous le nom de "grès arkosiques de Sebka el Mellah".

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

**a. Conglomérats de Ben-Tadjine:** Les galets des conglomérats, libérés du ciment, forment des champs très étendus sur le flanc N.E. du synclinal de Ben-Tadjine et dans la partie N.W. de la feuille "Tabelbala". On observe les conglomérats rouges.

**b. Série bigarrée (E 1 K2 ; E1K2):** La série bigarrée de la région étudiée présente les marnes caractéristiques que les formations bigarrées de diverses régions du monde : la formation dans les conditions de la dépression marginale de la plate-forme, des changements notables dans la lithologie et les faciès. Dans la région de Ben-Tadjine, on observe des variations marquées dans les faciès des dépôts de la série bigarrée (du N.E. au S.W.). Pour cette raison, la caractéristique des roches de la série bigarrée a été donnée séparément pour les indices de "Rahmani" et "Laadjel".

### 2.1.2. Cambrien supérieurs:

Les dépôts du Cambrien supérieur sont connus sous le nom de " complexe des quartzites d'Aîn-Necha", ils sont développés sur les flancs des synclinaux de Ben-Tadjine et de Kahal-Tabelbala. D'après la composition litho-pétrographique, on y distingue deux termes : la série de gravelites - inférieure ; et celle de grès-quartzites-supérieure.

### 2.2. Ordovicien:

Les dépôts de l'ordoviciens forment le coeur du synclinal de Ben-Tadjine et affleurent sur le flanc S.W. du synclinal de Kahal-Tabelbala. D'après les caractéristiques litho-pétrographiques, les terrains ordoviciens sont divisés en cinq (5) séries (de bas en haut):

- Une série grés-argileuse de Fom-Tinesleme (0 1 50);
- Une série grés-quartzitique Kheneg el Aatène (01 5 1- 2) ;
- Une série grés-argileuse de Bou-M'Haoud (0 2-3 54-5);
- Une série grés-conglomératique du Djebel Serraf (0 2 \_ 3 55).

#### 2.2.1. Ordovicien inférieur:

**a. Série grés-argileuse de Fom-Tineslem:**

Elle peut-être subdivisée en : - Une Assise inférieure essentiellement gréseuse et une assise supérieure essentiellement argileuse. Le terme inférieur est composé de grès et aleurolites gris et gris-verdâtre. A la base de l'assise se trouve un niveau (0,2-0,5m) de conglomérats à petits galets. Les éléments des conglomérats sont peu arrondis et constitués de :- quartzites,

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

grès-quartzites et aleurolites. Le ciment des conglomérats, carbonato-micacé et gréseux, est de type basal. Les grès renferme un banc (0,5-1,5m) de minerais oolitiques brune% rougeâtre (horizon ferrifère). L'épaisseur de l'assise est de 25-30 m. Le terme supérieur est représenté par des aleurolites et des schistes micacés finement feuilletés gris-verdâtre, comportant des lits peu puissants (1-7 cm) de grès calcaires. La proportion des grès calcaires dans la région du synclinal de Bon-Tadjine s'accroît en remontant la coupe de l'assise. La partie inférieure de l'assise contient des bancs intercalés lenticulaires (0,07-1,2 m) de grès ferrugineux brun sombre ; celle supérieure - des horizons (2-2,7m) de calcaires fossilifères (débris de Brachiopodes, Grantolitos et Trilobites)

### **b. Série gréso-quartzitique de Kheneg el Aatène:**

Les roches de cette série reposent en concordance sur les dépôts de la série de Foun-Tinesleme n11 La limite inférieure passe par la base de l'horizon de grès-quartzitiques gris-clair, celle supérieure - par le toit de l'horizon de quartzites à Tiillites. On a subdivisé, conventionnellement, la série en deux assises:

L'assise inférieure est composée de grès, à un degré moindre d'aleurolites et d'argilites micacés. Les roches ont une coloration brune et lilas, due à l'enrichissement en fer. Il se distingue (de bas en haut) dans la coupe de l'assise (cours supérieur de l'Oued Madène) : Grès micacé, à grains fins, lilas, parfois gris-berdâtre et gris-clair - 35 m Grès micacé, en plaquettes, gris-foncé à noirs avec des lits d'aleurolites. - 17 m Grès - quartzites micacés, à grains fins, lilasfoncé. - 23 m Grès à grains moyens, en dalles, gris et gris clair. - 28 m Grès à grains fins, en plaquettes, lilas, à passées minces (0,1-0,2m) des schistes micacés. - 20 m Grès ferruginisés à grains fins, en plaquettes, lilas et lilas- foncé. - 32 m L'épaisseur de l'assise est de 155 m.

L'assise supérieure est représentée par l'alternance de quartzites à grains moyens et gros, en dalles épaisses, gris-clair et de grès-quartzites micacés. La partie moyenne de ce terme contient des bancs de grès faiblement ferruginisés et de grès-quartzites à stratification oblique. Dans la partie supérieure, on observe des quartzites à Tigillites gris-clair en dalles épaisses.

La puissance de cette assise est de 150-165 m. L'épaisseur totale de la série s'établit à 300-320 m.

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

### c. Série grés-aruileuse de Foum-ez-Zeidiya (01\_2 52-4):

Les roches de cet ensemble reposent en discordance sur les dépôts de la série de Kheneg el Aatène. La base de la série est représentée par un niveau de conglomérats à petits galets. Les caractères lithologiques permettent de subdiviser la série en trois assises:

L'assise inférieure est constituée par des schistes argileux gris-verdâtre, des grès gris-lilas, des bancs de quartzites, de calcaire: et d'aleurolites. La partie inférieure de l'assise renferme des conglomérats (0,5-2,0m). à petits galets et un horizon ferrifère (oolitique). Les galets des conglomérats (1-3 cm de diamètre) sont anguleux, présentés (à 90-95°) par les quartzites et grès quartzitiques. Le ciment des conglomérats est celui de pores, formé de grès. Dans le ciment on observe les paillettes fines de mica - clair.

La partie supérieure de l'assise comporte des bancs de quartzites bleues et d'aleurolites en plaquettes de couleur vert-Tabac.

### 2.2.2. Ordovicien supérieur:

Les dépôts de l'Ordovicien supérieur ont une extension limitée. De petits affleurements de ces roches s'observent dans la partie centrale du synclinal de Ben-Tadjine, dans la région du village de Tabelbala et au N.E. du Djebel Smaïne.

#### a. Série grés-argileuse de Bou-M'Haoud (02\_3 54\_5):

Les roches de cette assise reposent en discordance sur les dépôts de la série de Foum ez Zeideya et ont à leur base un niveau (1,5-2,0m) de conglomérats à petits galets. Les galets des conglomérats (2-5 cm) sont mal arrondis, souvent anguleux ; composés de grès, aleurolites, plus rarement d'argillites à mica hydraté. Le ciment est formé de grès, par endroits. On distingue dans cette série deux termes :

Une assise inférieure (gréseuse) et - assise supérieure (grésoschisteuse). L'assise inférieure est représentée par des grès et des grès-quartzites gris et gris-brunâtre. A la base de l'assise, au-dessus d'un niveau conglomératique se trouve une couche de 2,5 à 5 mètre de minerai de fer Politique.

La partie supérieure de l'assise renferme des lits de schistes micacés et aleurolites en plaquettes gris-verdâtre et brun-foncé. L'épaisseur de l'ensemble atteint 60-70 m. L'assise supérieure se compose d'aleurolites gris-verdâtre, de schistes argileux et micacés qui, en remontant la coupe, sont remplacés par des grès à grains fins avec des lits et lentilles de 0,2 à 0,5m de calcaires gréseux. Les calcaires gréseux contiennent des débris de Trilobites et de Brachiopodes du Llandeilien et du Caradocien.

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

### b. Série gréso-conglomératique diDjebel Serraf(O2\_3, S5):

Les roches de cette série reposent sur une surface légèrement ravinée de la série sous-jacente de Bou-M'Haoud. Les caractères litho-pétrographiques permettent de diviser la série en deux termes : -assise « inférieure (gréso-conglomératique) et celle supérieure (gréso-quartzitique). L'assise inférieure débute par un niveau (0,8-1,5m) de conglomérats à petits galets. Les éléments des conglomérats (0,08- 0,1m) sont anguleux et proviennent des grès, des aleurolites et des schistes des séries sous-jacentes. Le ciment des conglomérats renferme ,:- quartz, matériel argileux à hydroxydes de fer et hydromicas, calcite. Au-dessus viennent des grès micacés en dalles, à grains hétérométriques, et des gravelites, comprenant des bancs peu puissants (3-4,5m) de schistes argilo-micacés. La puissance de l'assise augmente de l'Est vers l'Ouest de 30-35 à 70 m. L'assise supérieure est formée par des quartzites et des grès-quartzites gris-clair en dalles épaisses. On y observe des bancs d'aleurolites micacés en plaquettes minces, de la série du Djebel Serraf est estimée à 180 - 200 m.

### 2.3. Silurien (S):

Les dépôts du Silurien n'affleurent que dans la région du village de Tabelbala. Ici, l'érosion a mis à jour une portion peu puissante de la série connue dans la littérature sous schistes argileux, de calcaires gréseux. Les calcaires contiennent les restes fossiles (Brachiopodes, Trilobites) du Caradocien. L'épaisseur de l'assise est de 110 - 165 m. La puissance totale de

le nom de "dépôts argileux du Gothlandien de l'Oued Ali". Les relations entre les roches du Silurien et les dépôts sous-jacents de l'Ordovicien dans le périmètre étudié ne sont pas claires. Sur les surfaces voisines (feuille NH-30-X), les roches du Silurien reposent en concordance sur l'Ordovicien supérieur (0 2 \_ 3 S5). Dans la région du village de Tabelbala, on relève la coupe suivante du Silurien (de bas en haut) : Pyroschistes en plaquettes gris-foncées à noirs -25m Schistes argileux gris-blanc-bleu-vert, finement feuilletés, fortement Kaolinisés à hydroxydes de fer de 30m, Grès à grains fins et moyens de couleur grise, gris-brunâtre de 15m, Calcaires marneux de 2m Schistes argileux gris-verdâtre à bancs et lentilles (0,5-1,0 m) de calcaires fossilifères (Graptolites) de 80m, Grès micacés à grains moyens, en plaquettes minces, gris-brunâtre, Schistes argileux à bancs isolés de calcaires gréseux gris-foncé fossilifères de 100m.

## 3. Le Dévonien

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

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

### 3.1. Le Dévonien inférieur

Il correspond aux formations argilo-silteuses de Zemlet (65 à 125m), argilocalcaires du Saheb El Djir (150 à 240m) et gréseuses de D'khissa (275 à 500m). Ce groupe est discordant sur le Néoprotérozoïque et il se termine par une surface durcie qui marque un arrêt de la sédimentation. Cette dernière résulte d'une sédimentation fluviale à la base, puis elle passe à une sédimentation littorale. Vers sa fin, l'Ordovicien enregistre une glaciation. La fonte de cette calotte glaciaire engendre l'invasion de plate-forme par la mer à graptolites. Le Dévonien inférieur est matérialisé par un complexe deltaïque.

### 3.2. Le Dévonien moyen - supérieur

Il correspond aux formations argilo-calcaires de l'Oued Tiferguenit (300 à 400m) et aux calcaires de Chefar el Ahmar (280m). Il débute par la fameuse dalle à orthocères (repère régional), surmontée par des argiles et des calcaires fossilifères, et se termine par des argiles et des calcaires griottes à goniatites (Fammenien II-III au Famménien IV-V).

## 4. Cénozoïque:

Les terrains cénozoïques sont largement développés sur le territoire étudié. Ils forment de vastes dépressions à surface aplanie et comblent les cuvettes inframontagneuses.

### 4-1. Néogène (N):

Des petits affleurements isolés (1-2 Km<sup>2</sup>) de dépôts néogènes s'observent dans la partie N.W. de la feuille Tabelbala et à l'Est du Djebel Ben-Tadjine. Ces affleurements représentent des éminences tabulaires peu élevées (10-15 m) à pentes abruptes. La coupe du Néogène est la suivante (de bas en haut) :

Grès et gravelites à lentilles de conglomérats à petits à galets (10 à 15 m)

Marnes grises, gris-bleuâtre à bancs (2-3m) de calcaires gréseux.

Grès argileux blancs, souvent tachetés, à teintes rosâtres de 5 m.

Grès argilo-carbonatés à lits (0,5-0,8 m) de marnes de 3 à 5 m –

Grès à grains moyens en plaquettes minces de 3 m et des Grès calcaires gris, brun-jaunâtre, à stratification oblique, poreux de 2 m.

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

Grès tuffogènes gris et gris-verdâtres à grains moyens. L'épaisseur totale du Néogène est de 40 à 50m. Dans les dépôts supérieures de la Hamada.

### 4-2. Quaternaire:

Les terrains quaternaires sont développés dans les dépressions intramontagneuses, sur les versants en pente douce des Djebels, dans les vallées des Oueds et représentés par des alluvions, des éboulis, des dépôts torrentiels, lacustres et éoliens. La subdivision du Quaternaire est la suivante :

Quaternaire ancien (Q1\_2) ; Quaternaire moyen (Q3\_4) ; Quaternaire moyen-supérieur (Q4\_5) ; Quaternaire supérieur (Q5) et le Quaternaire actuel (Q6).

#### a. Quaternaire ancien (Q1\_2):

Les dépôts du Quaternaire ancien sont développés dans la partie centrale du territoire étudié où ils forment de vastes dépressions aplanies entre les Djebels Kahal-Tabelbala et Ben-Tadjine. Ces dépôts constituent la "petite Hamada" qui se trouve plus bas que la Hamada néogène. Les dépôts sablo-argileux, sableux à galets, galets et argiles de hautes terrasses et des cônes de déjection ont une coloration brune, brun-foncé et brun-rosâtre. A mesure que l'on s'approche de l'Erg Raoui, on observe le remplacement des sédiments grossiers par des sédiments de type lacustre à faune de Chara et d'Ostrecodes. D'après leurs aspects et la composition, les dépôts du Quaternaire ancien sont analogues au Villafranchien, "ancien" (Q1) et "récent" du Maroc (MENCHIKOFF, 1952 ; CONRAD, ZELLOUT, 1974). L'épaisseur est de 15 -20 m.

#### b. Quaternaire moyen (Q3\_4):

Ses dépôts sont développés dans les dépressions intramontagneuses et se localisent au pied des Djebels Ben-Tadjine, Kahal-Tabelbala, Bet-Touaris. Ils sont représentés par des alluvions et des éboulis composés de sables à galet, de galets et de limons formant les basses terrasses et par des matériaux grossiers argileux des cônes de déjection. L'épaisseur va de 0,5-1,0m à 10-15 m.

#### c. Quaternaire moyen-supérieur (Q4\_5):

Ces terrains se développent le long du flanc N.E. de l'Erg Raoui, au pied des Djebels Kahal-Tabelbala et Ben-Tadjine, dans la partie N.W. de la feuille Tabelbala. Ils sont représentés par des dépôts torrentiels constitués d'éléments argileux et de matériaux sablo-argileux, plus rarement du matériel détritique grossier des cônes de déjection des grandes vallées fluviales. Leur épaisseur est de 3-5 m.

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

### d. Quaternaire supérieur (Q5):

L'extension de ces dépôts sont limités. Ils sont représentés par des sédiments alluviaux, alluvio-colluviaux et lacustres des grandes Oueds (Damrane, Moussine, Saheb Rhsal) et des lacs temporaires (région des puits de Khataam, Hoga, Aech). La composition des roches : sables, cailloux roulés, limons, argiles gypsifiées. L'épaisseur est de 2-4 m.

### e. Quaternaire actuel (Q6):

Il est principalement représenté par des dépôts éoliens, largement développés dans la partie centrale et orientale du territoire (Ergs el Raoui et el Atchane). La hauteur de certains dunes atteint 150 - 200 m.

## 5. TECTONIQUE:

### 5.1. Tectogénèse baïkalianne:

Dans la région de la terminaison S.E. de la structure de Ben-Tadjine, les porphyres rhyolitiques du Protérozoïque terminal sont plissés en une série de plis couchés à l'envergure des flancs de 2,5 à 4,5 Km. Les axes des plis sont de direction W - N.W. ( $290^\circ$ ) ; leurs charnières plongent de façon abrupte au S - S.W. (Az de pendage  $200-220^\circ$ , angle  $-80^\circ$ ). On ne retrouve plus ces plis dans les conglomérats rouges (E 1 K 1 ?) et les gravelites du Cambrien supérieur (E 2 - 3 K 3) qui recouvrent ces porphyres rhyolitiques.

### 5.2. Tectogénèse calédonienne:

Des fragments des plis relativement petits ont été signalés dans les dépôts de la série bigarrée sur l'indice "Rahmani". L'abondance de dépôts quaternaires rend difficile l'étude de leurs particularités morphologiques. A en juger par les fragments de certaines structures, il existe dans la série bigarrée du Cambrien inférieur des plis en fond de Bateau renversés dont les axes sont orientés sous un angle aigu ( $10-20^\circ$ ) par rapport à la direction générale de la série

### 5.3. Plis liés à la tectogénèse hercynienne:

L'aspect structural d'ensemble du territoire en question est dû à la manifestation de la tectogénèse hercynienne. Les structures plissées hercyniennes les plus grandes (de premier ordre) s'allongent sur 50 à 100 Km. avec l'envergure des flancs de 15- 25 Km. Aux structures de premier ordre se rapportent : les synclinaux de Ben-Tadjine et de Kahal - Tabelbala, les anticlinaux de l'Oued Damrane et de Bet-Touaris. Les plis de second ordre affectent les flancs

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

des grandes structures plicatives ; leur longueur est de 30 à 40 Km et l'envergure des flancs - 5 à 7 Km. Les structures plicatives d'ordres supérieurs sont habituellement orientées parallèlement aux axes des plis principaux.

### 5.4. Structure synclinale de Ben-Tadjine:

Seule la partie S.E. du synclinal et la terminaison périsonclinale de celui-ci se développent sur le territoire étudié. Les parties centrales et Nord-Ouest sont relevées sur la feuille "HassiCheamba". L'axe du synclinal est dirigé S.E. ( $125^\circ$ ). Dans la partie Ouest de la feuille "Tadàlbala" (zone d'un réseau complexe de failles de Saheb el Rsal), l'axe de la structure acquiert une orientation sensiblement Est-Ouest, tandis qu'à extrémité N.W. de la structure, il est dirigé  $320^\circ$ . Les flancs du synclinal, constitués de dépôts du Cambrien inférieur, plongent en pente douce ( $8-20^\circ$ ). Sur le flanc N.E. de la structure (Rahmani-II), le pendage des roches de la série E 1 K 2 devient plus raide ( $40-55^\circ$ ). Le flanc S.E. du synclinal est affecté d'un pli anticlinal (Ben-Zohis). La partie périaxiale de la structure de Ben-Tadjine est formée de roches du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien et est perturbée, en grande partie, par des failles et des structures plicatives d'ordres supérieurs.

### 5.5. Synclinal de Kahal – Tabelbala:

Seule la partie Nord-Ouest de la structure est développée sur le territoire étudié. Sa partie Sud-Est est située sur les feuilles d'Ougarta et l'Oglat Mohammed. L'axe du synclinal subit de faibles ondulations et a une direction générale N.W. Dans la région du Djebel Bine, l'axe de la structure se relève brusquement. La partie centrale du synclinal est constituée de roches du Silurien qui affleurent (sous-forme des Mtaches" isolées) à proximité du village de Tabelbala. Les flancs de la structure se composent de dépôts à pendage doux (angle  $15-20^\circ$ ) du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien inférieur.

### 5.6. Anticlinal de Ben-Zohra:

Nous le considérons comme une structure de second Ordre, affectant le flanc Sud-Ouest du synclinal de Ben-Tadjine. L'axe 9 (charnière) de l'anticlinal, sur le territoire de la feuille "Ben- Zohra" a une orientation sensiblement E-W ; sur la feuille "Hassi- • Chaamba", il s'infléchit en douceur, prend une direction U.W 0 ( $125^\circ$ ), en subissant par places des ondulations, et s'innoie au N.W. La partie centrale (péri-axiale) de l'anticlinal est recouverte considérablement de dépôts quaternaires et accidentée par une faille E-W environ (P1.7). Les flancs de la structure ont des argiles de pendage faibles ( $5-15^\circ$ ) et sont constitués par des roches de la partie supérieure de la série bigarrée et des dépôts du Cambrien supérieur.

## Chapitre II : Géologie de la Région d'étude

### 5.7. Structures cassantes:

On distingue dans la région : des failles à fort pendage, des accidents tectoniques syn-orogéniques à pendage faible et des failles inverses décrochées.

On les signale essentiellement dans la partie N.W, du territoire étudié. Le développement de ces structures cassantes dans la région du mont Toumiat semble s'expliquer par leurs génétiques spatiales avec une puissante zone de la faille profonde permanente. Cette zone s'allonge sur plusieurs dizaines de Kilomètre

### 6. Minéralisation:

Sur le territoire étudié, il y'a des indices de minéraux ferreux, non-ferreux, nobles et de substances utiles non-métalliques. Presque tous, ils se concentrent dans la moitié Ouest du périmètre en question (région du Djebel Ben-Tadjine, zones de la faille profonde N.E.). La plupart de ces indices ont été découverts par l'équipe d'Ougarta en 1979-80. Les plus intéressants d'entre eux sont les indices de cuivre de type stratiforme (minéraux accessoires : Ag et Bi)"Rahmani" et "Laadjel", situés dans la partie S.W. de la feuille Tabelbala et localisés sur les flancs d'une seule et même structure synclinale. D'ailleurs, le développement de ces "grès cuprifères" ne se limite pas à ces deux sites. Les indices en liaison spatiale et génétique avec la zone de la faille profonde NE., présentent également un certain intérêt. Les substances utiles non-métalliques sont représentés par la baryte et les argiles kaoliniques.

#### **SUBSTANCES METALLIQUES:**

Métaux ferreux: Fer, Manganèse, Titane

Métaux non – ferreux: Cuivre, plomb

Métaux rares: Bismuth

#### **ELEMENTS RADIOACTIFS ET DE TERRES RARES**

Selon les données géochimiques les bancs de grès-quartzites contiennent : U (jusqu'à 0,031%), Th(jusqu'à 0,37%), (jusqu'à 0,1%), (plus de 0,1%), Y (plus de 0,03%), Yb (plus de 0,003%), Hf (plus de 0,1%), Zr (plus de 0,1%), Nb (0,015%).

#### **Métaux Précieux:**

Or, Argent

#### **SUBSTANCES NON-METALLIQUES:**

Barytes, Kaolin

**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.

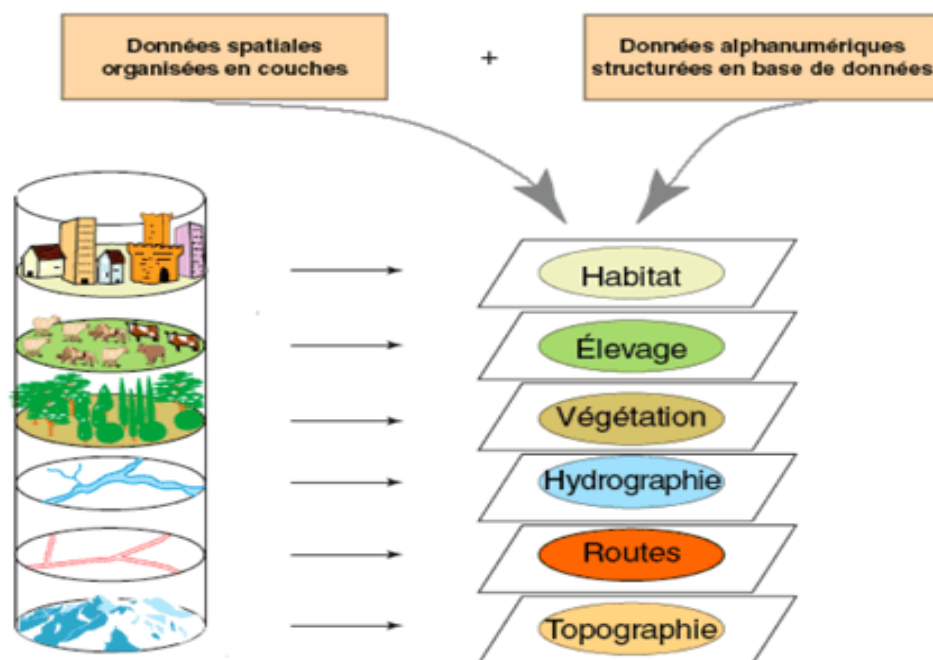
Le système d'information géographique permet de stocker, manipuler, gérer et analyser des données de façon à pouvoir en extraire facilement les synthèses utiles à la prise de décision.

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**

Fig.n°12. Base de données géographique.

### 2 Les composantes d'un SIG :

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

**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.

**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.

**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.

**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. ».

### 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.
- 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.



Fig.n°13 : Les composantes d'un SIG

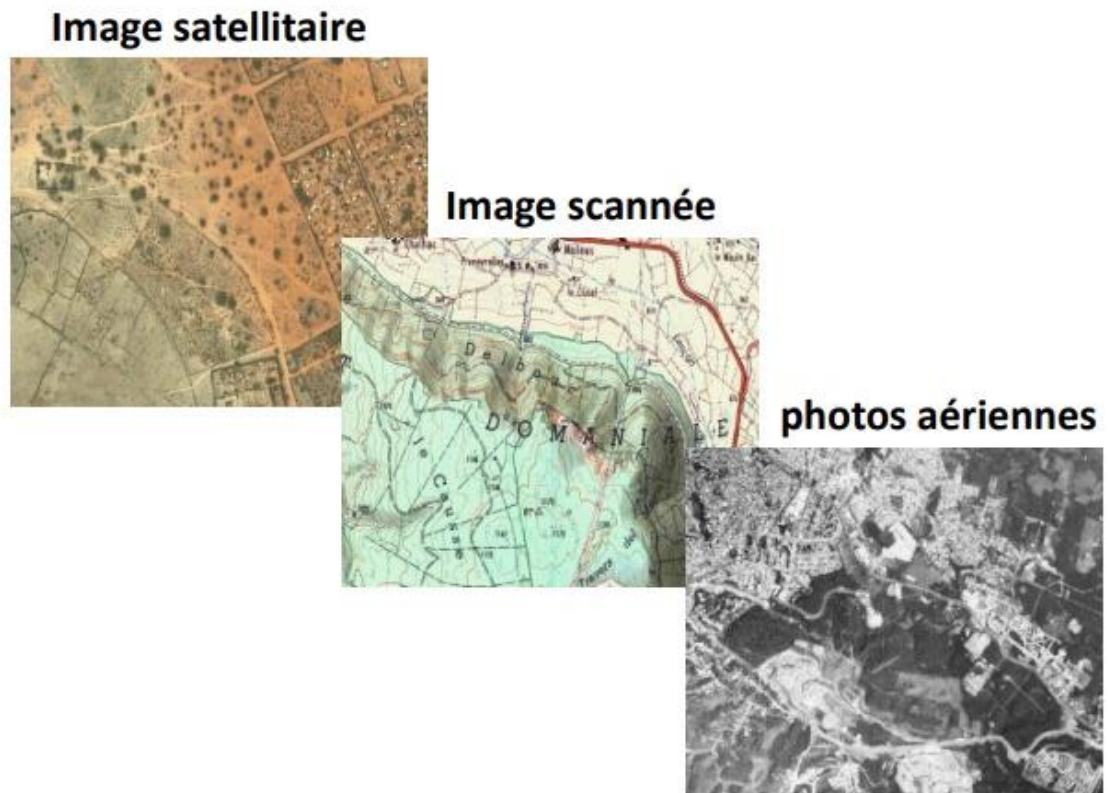
### 3. Présentation des données dans un SIG :

**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.



**Fig.n°14 : Exemple de données rasters.**

### **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.

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

## CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

- 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...

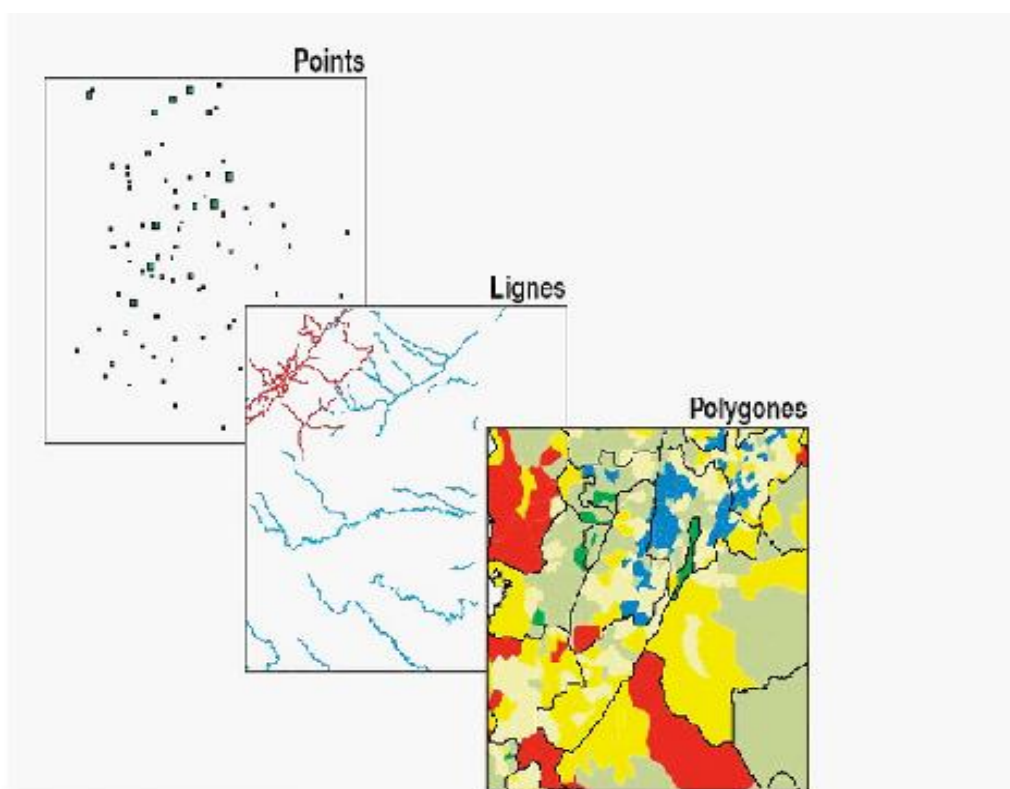


Fig.n°15 : Exemples de données vectorielles.

### 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

## CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

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 de 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 les deux modes :**

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

**Tableau n°06 : Comparaison entre le mode VECTEUR et le mode RASTER.**

### 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).

### 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.

#### 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.

### 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.

### 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.

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.

### 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.

### 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.

#### 9.1. L'Approche territoriale :

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

#### 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 : maitrise 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 » (parcs 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 contiendra 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 :**

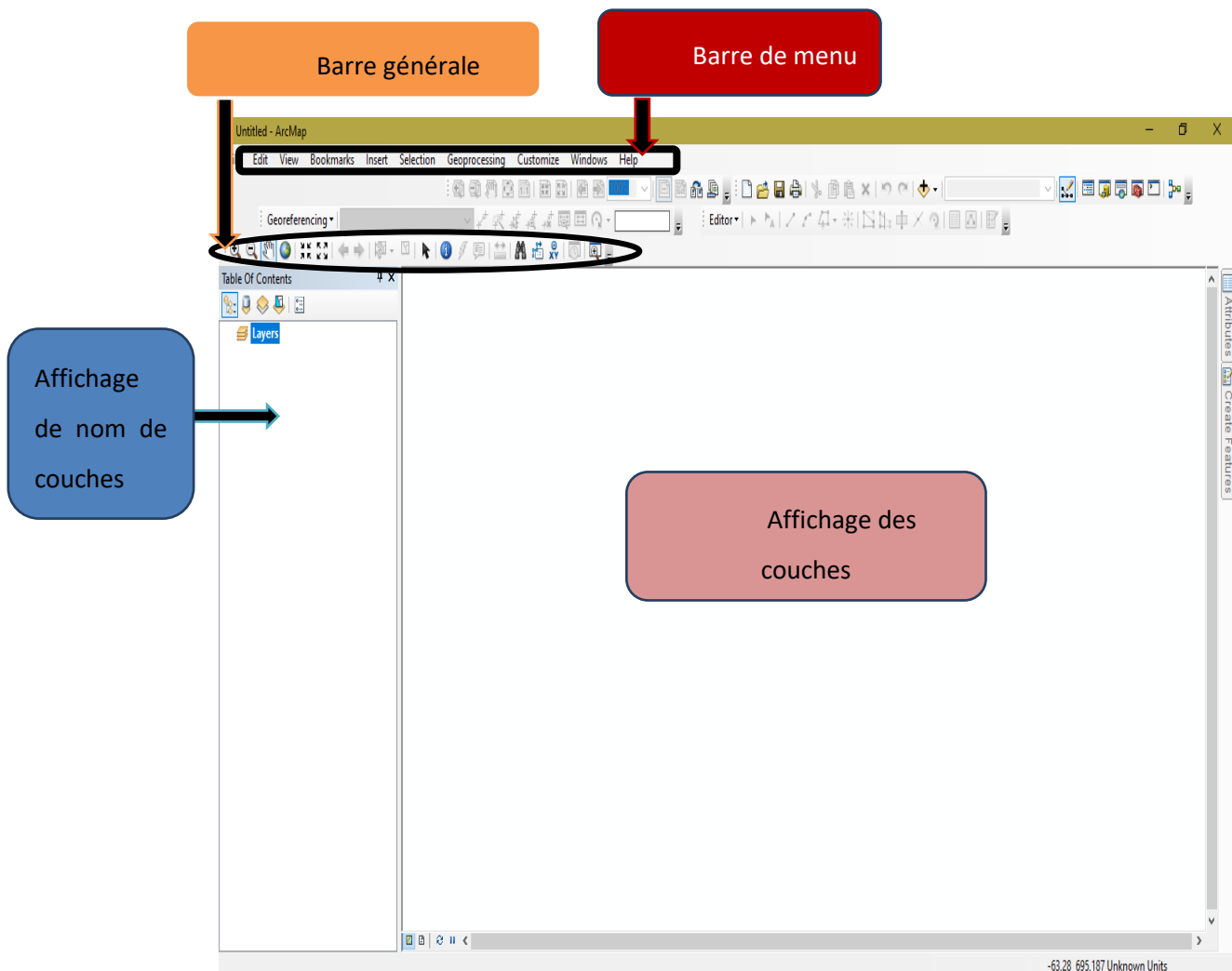
Il existe deux types de données, qui sont pris en compte lors de l'étude d'une carte :

- 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 tâches SIG courantes, ainsi que des tâches spécialisées spécifiques à l'utilisateur.

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



**Fig.n°16 : 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.

### CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

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.

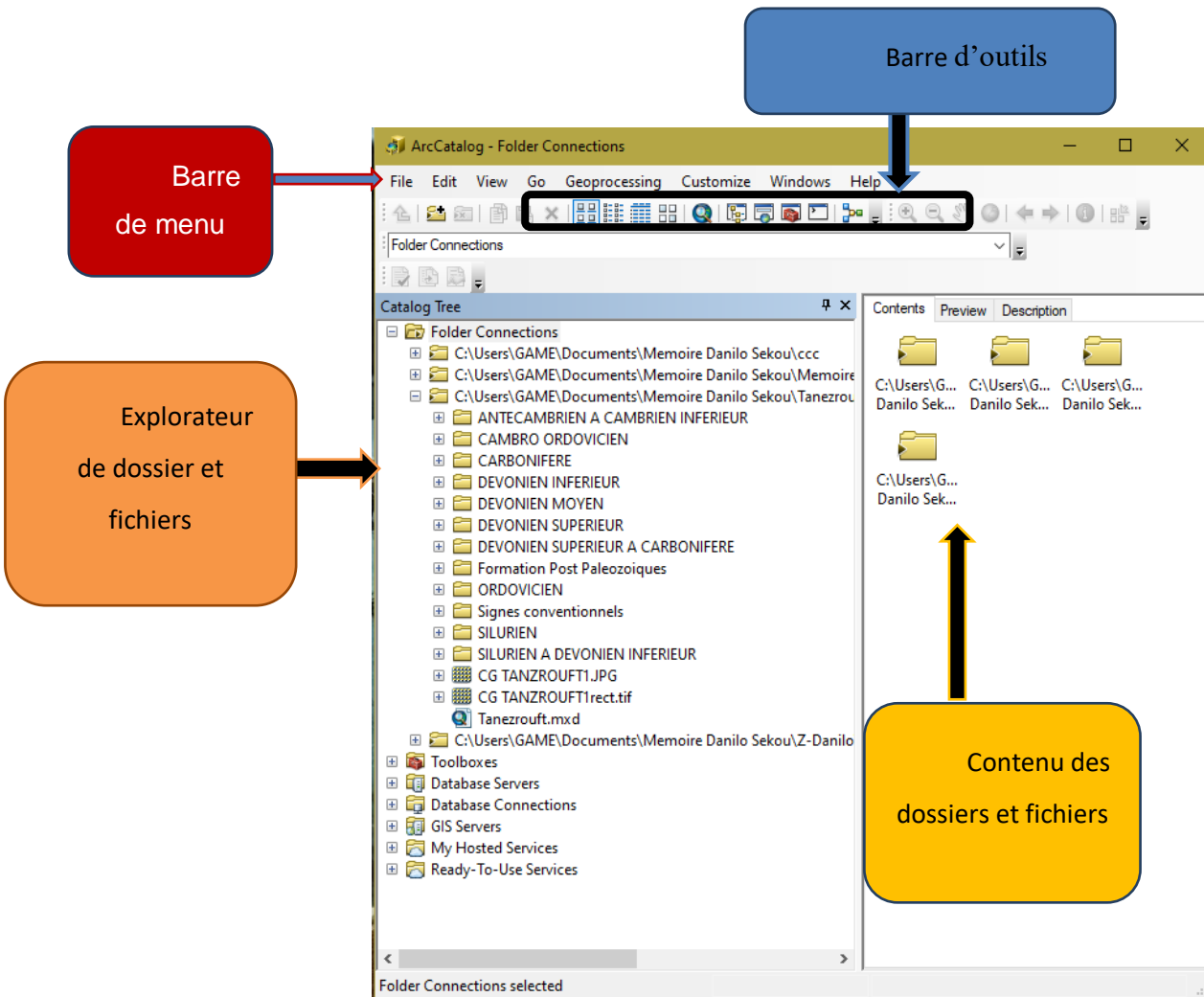


Fig.n°17 : Interface ArcCatalog.

### 10.4. ArcCatalog est principalement utilisé pour les tâches suivantes :

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

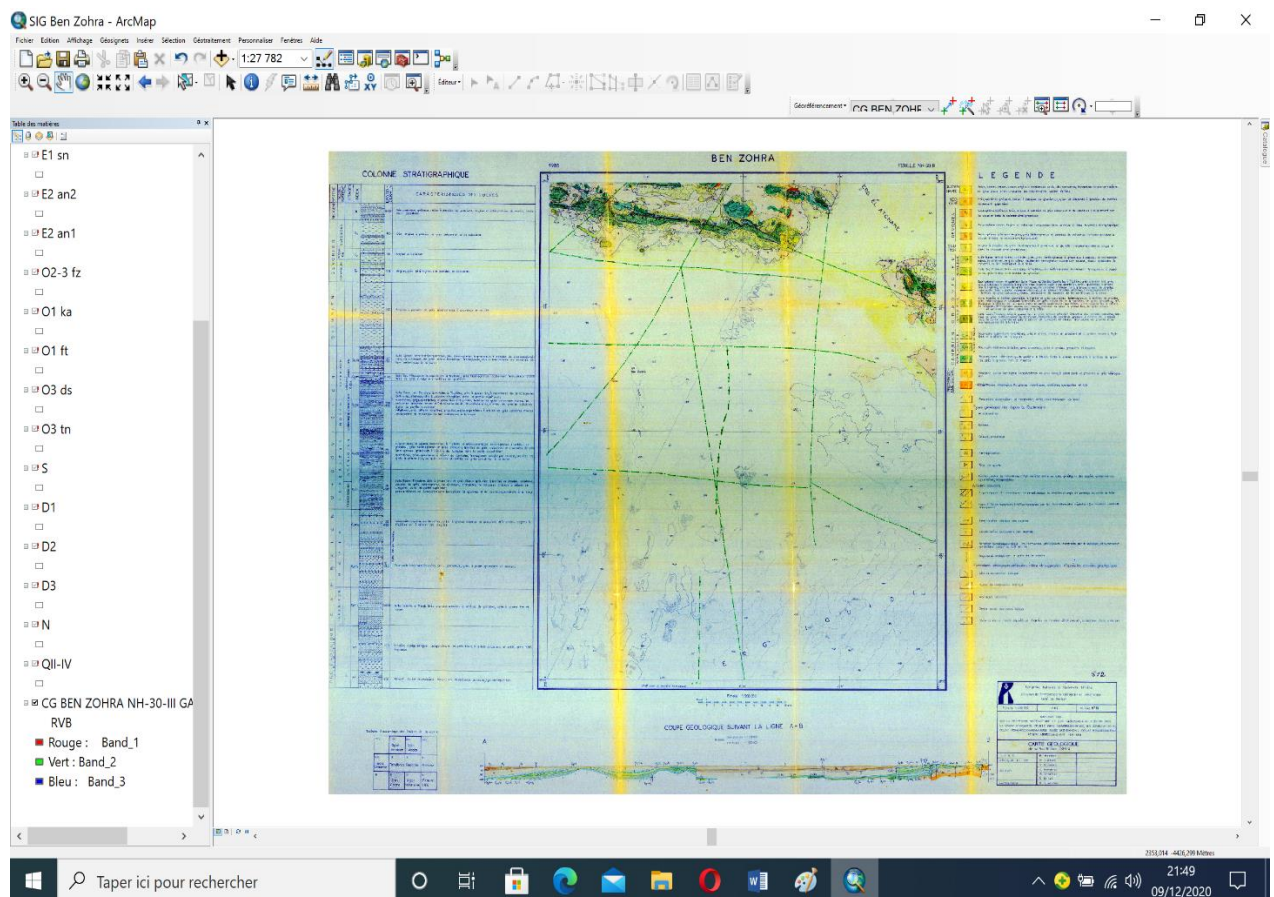


Fig.n°18 : Interface ArcCatalog au travers ArcMap.

### 10.5. 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 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.

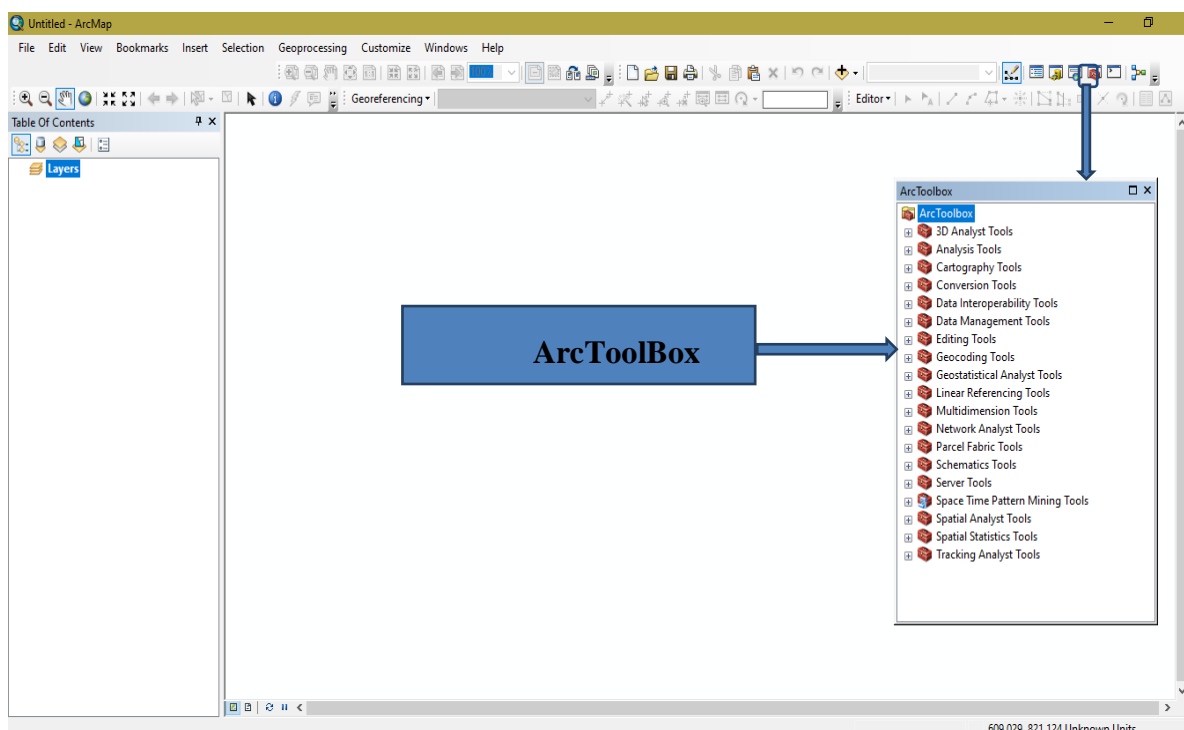


Fig.n°19 : Interface ArcToolBox.

### 10.6. 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 mise 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).

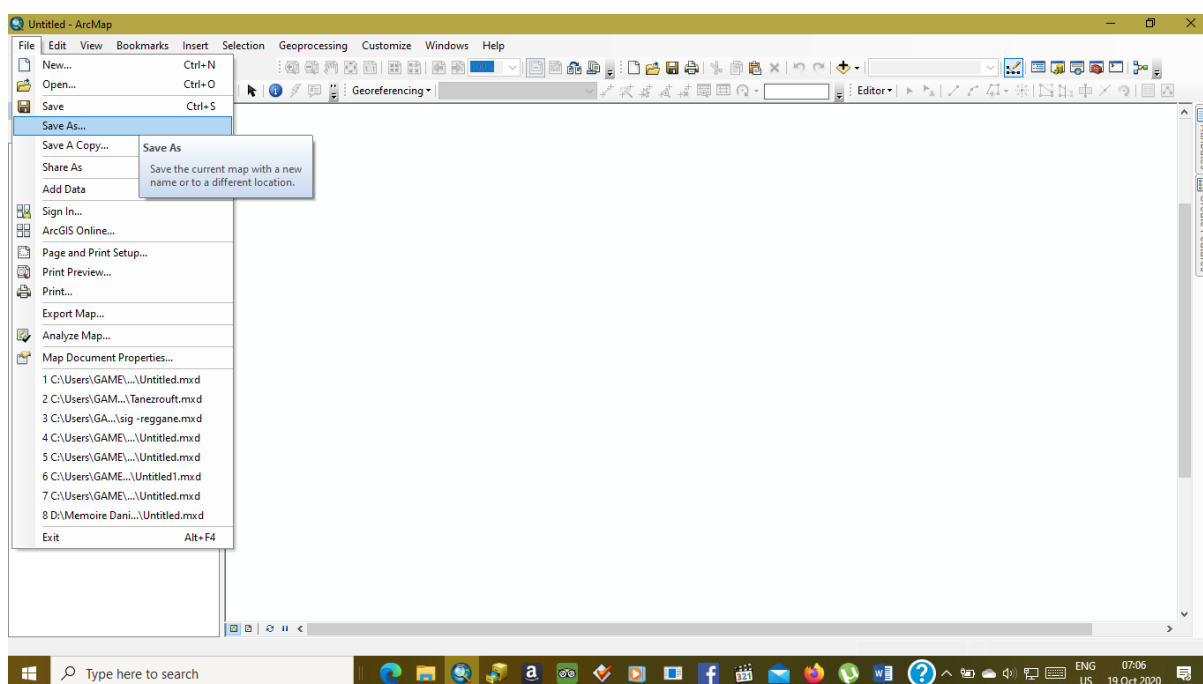


Fig n°20 : Fenêtre d'enregistrement du document ArcMap

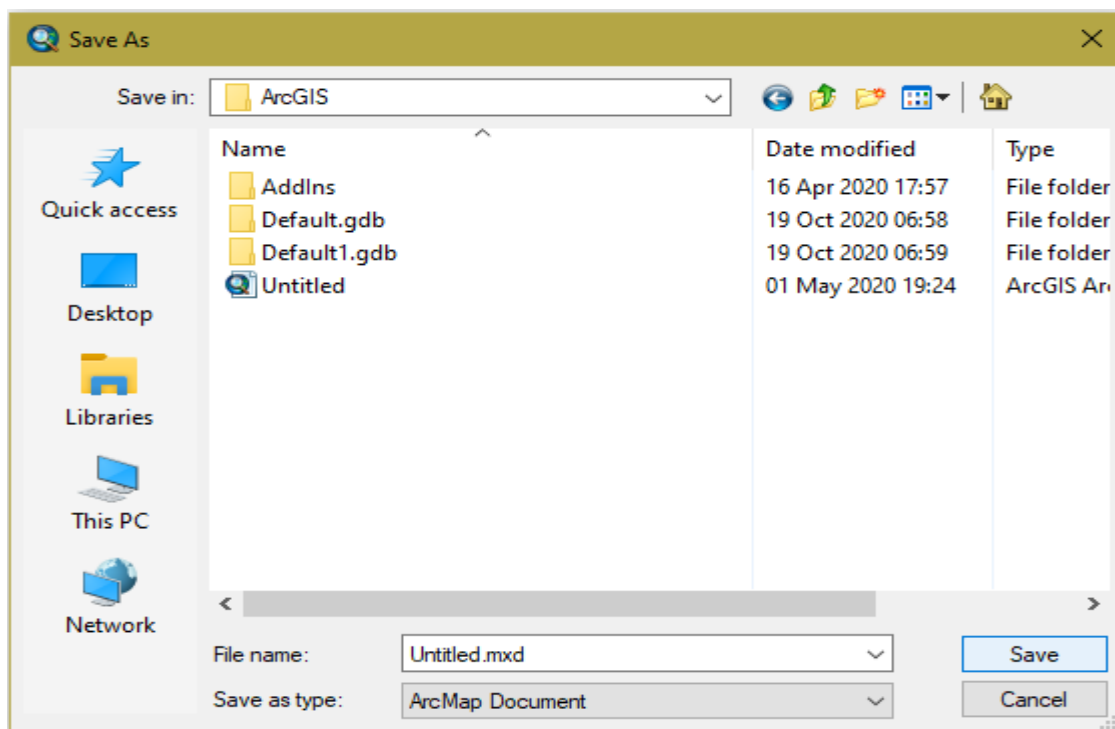


Fig.n°21 : Fenêtre des propriétés de la carte.

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.

## CHAPITRE III : Généralités sur les SIG

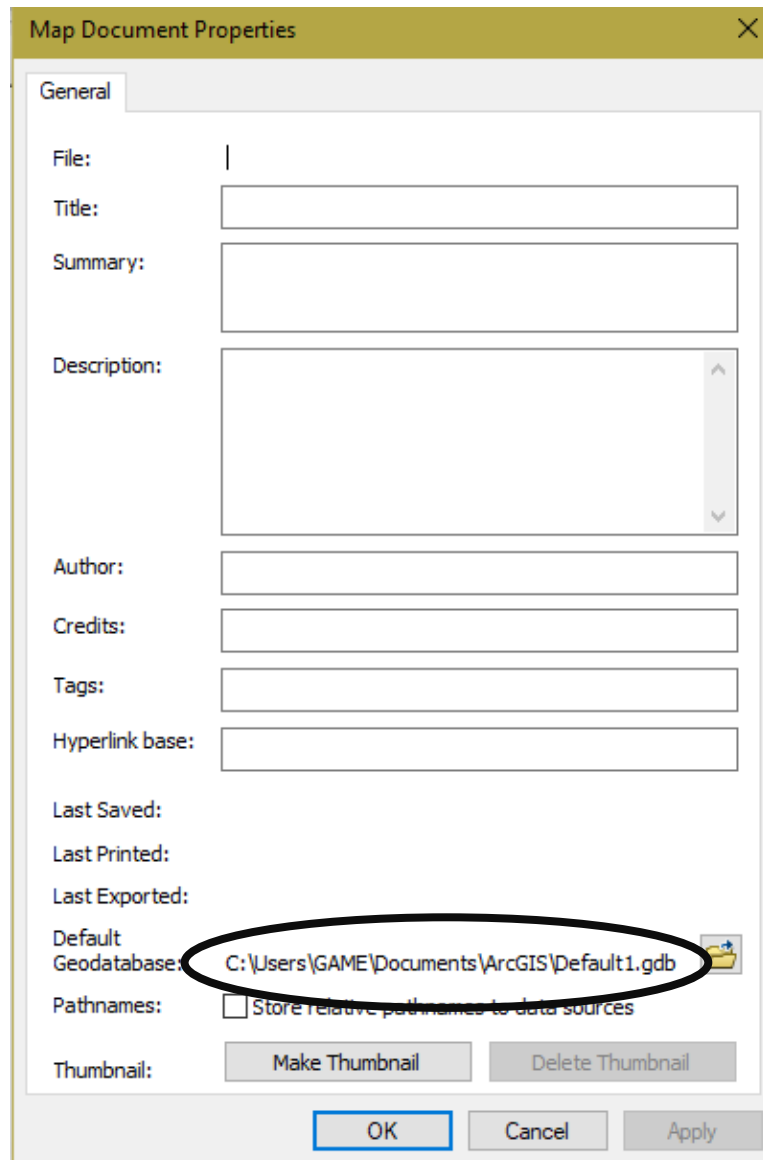


Fig.n°22 : Fenêtre des propriétés de la carte.

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

### 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'Hassi Chamba, Tabalbala et Ben Zohra. Ce travail a été réalisé à partir des cartes géologiques de l'ORGM numérisées.

La région d'étude renferme trois cartes géologiques à l'échelle 1/200 000 : On a les feuilles d'Hassi Chamba, Tabalbala et Ben Zohra.

En résumé, la méthode consiste à numériser les cartes géologiques, 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 couches d'informations vectorielles, et finalement impression des cartes géologiques.

Les données sur la minéralisation sont obtenues par compilation de nombreuses rapports et publications sur la région d'étude.

### 2. Etapes suivis pour la réalisation du travail :

#### Rappels :

- Système de coordonnées

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 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

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

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.

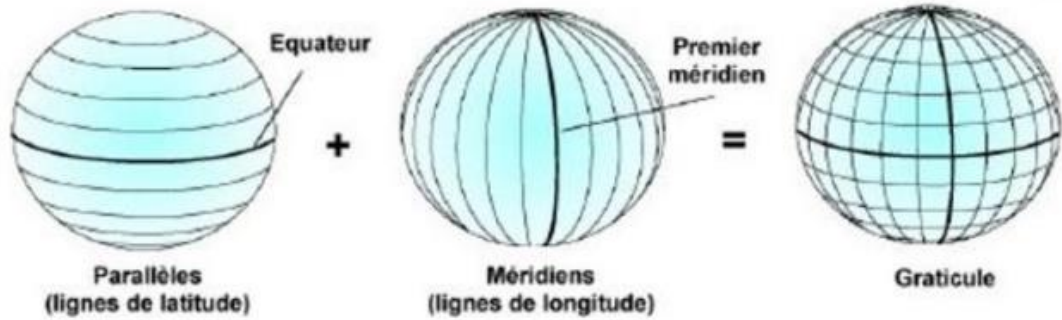


Figure n°23 : Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.

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.

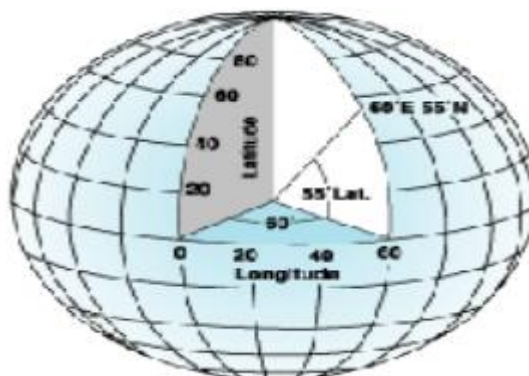


Fig n°24 : Globe terrestre avec les valeurs de longitude et de latitude.

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

### Rappels sur les 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 29, 30, 31 et 32.

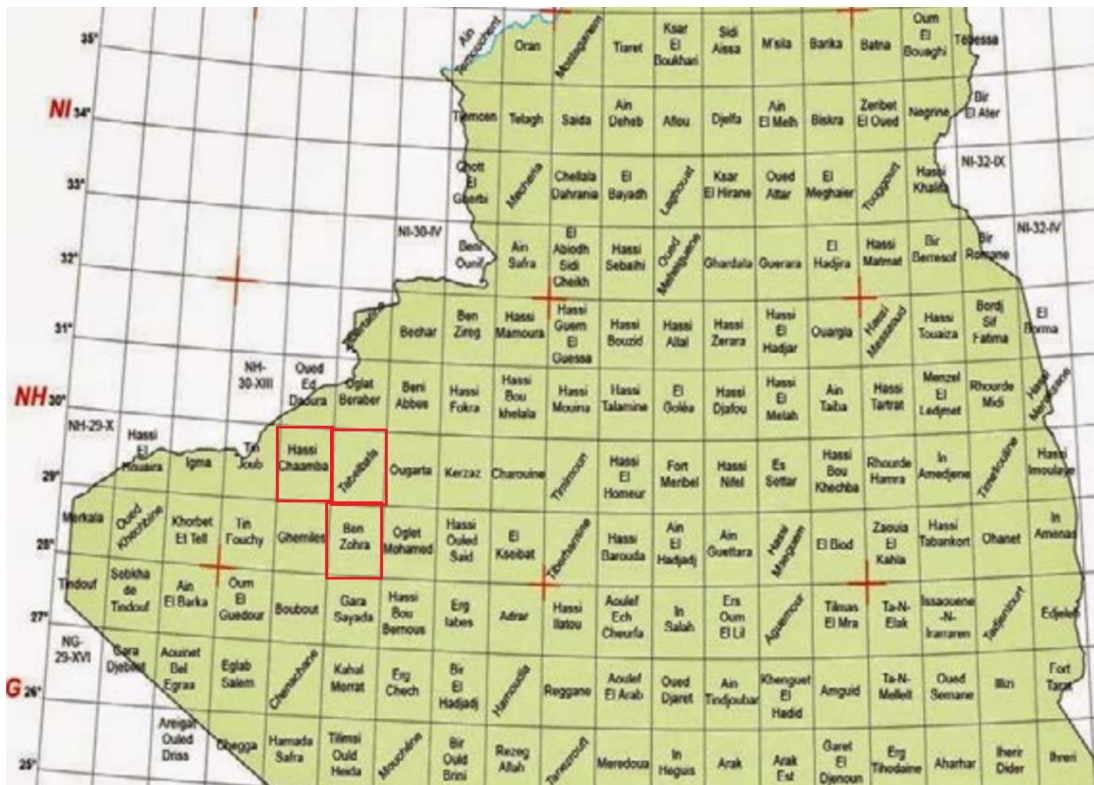


Fig n°25 : cartogramme du sud-ouest de l'Algérie avec région d'étude.

### Etape 1 Géoréférencement :

Le géoréférencement est l'opération d'attribution des coordonnées géographiques à un fichier image raster. Sur ArcGIS ceci est aussi appelé « Calage », il faut noter qu'il est indispensable de caler chaque carte raster avant de pouvoir l'utiliser dans une base de données. Pour que le travail soit correct et précis, il faudrait opter pour un système de projection unique de la mesure du possible, pour éviter les déformations sur les entités

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

ainsi que les erreurs lors des calculs d'analyses spatiales. Pour nos cartes on a utilisé le système de projection « UTM » Nord Sahara 30.

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

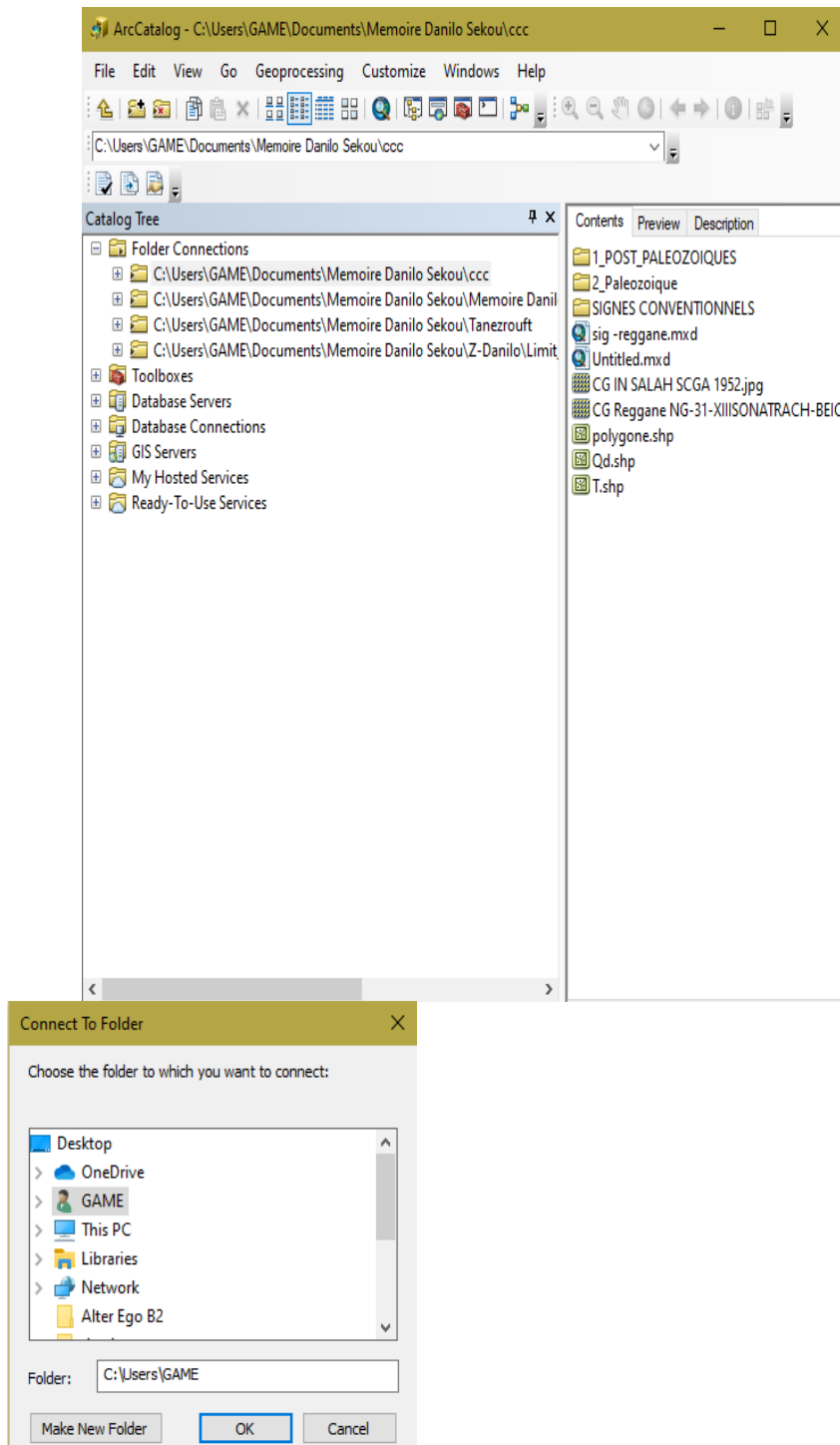
**a) Démarrer ArcCatalog.**

**b) 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).

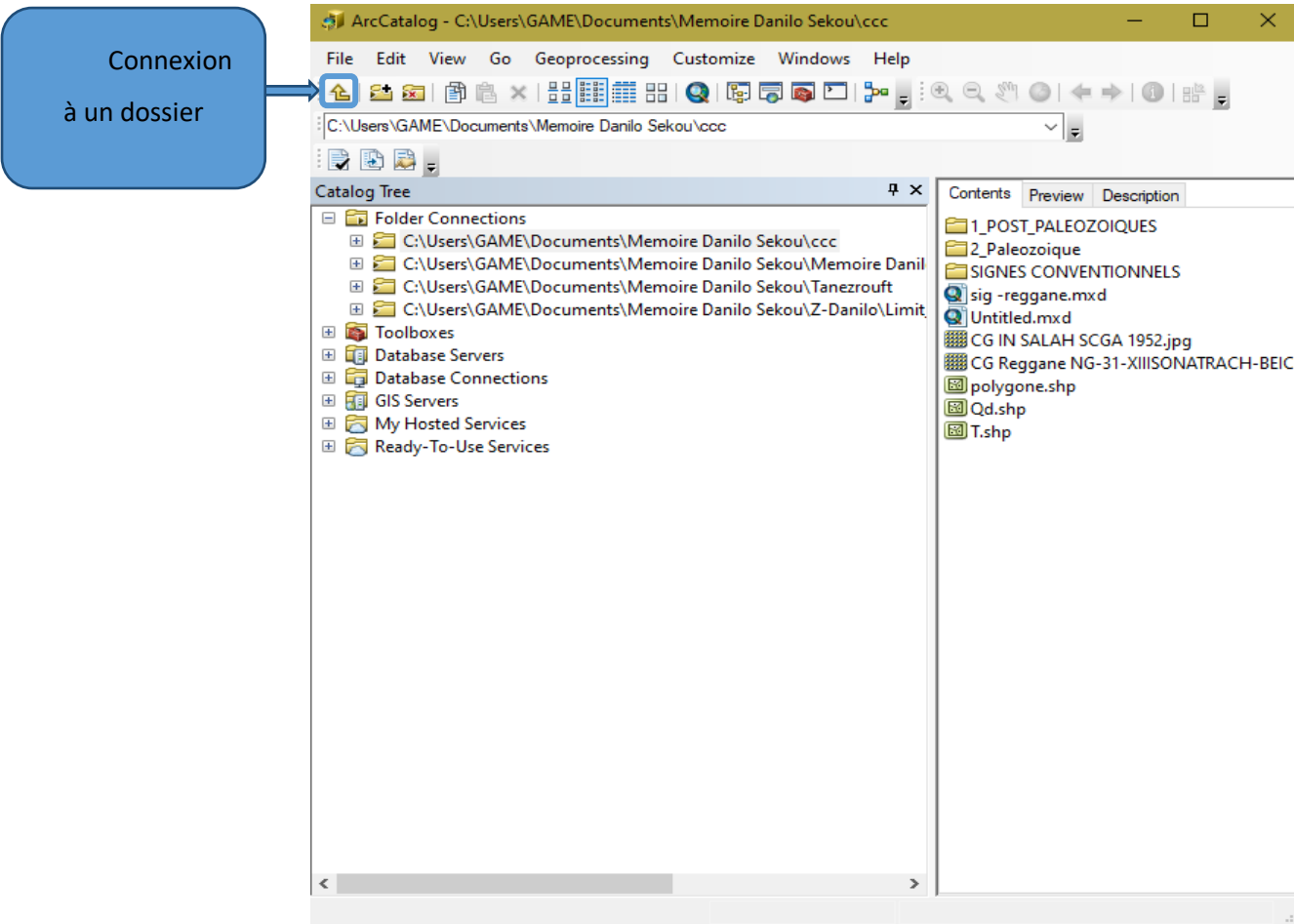
Pour faire ceci il existe deux méthodes, la première consiste à se connecter à un dossier via le menu Fichier → Connexion à un dossier → Cartes Raster (par exemple).

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE



**Fig n°26 : 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.



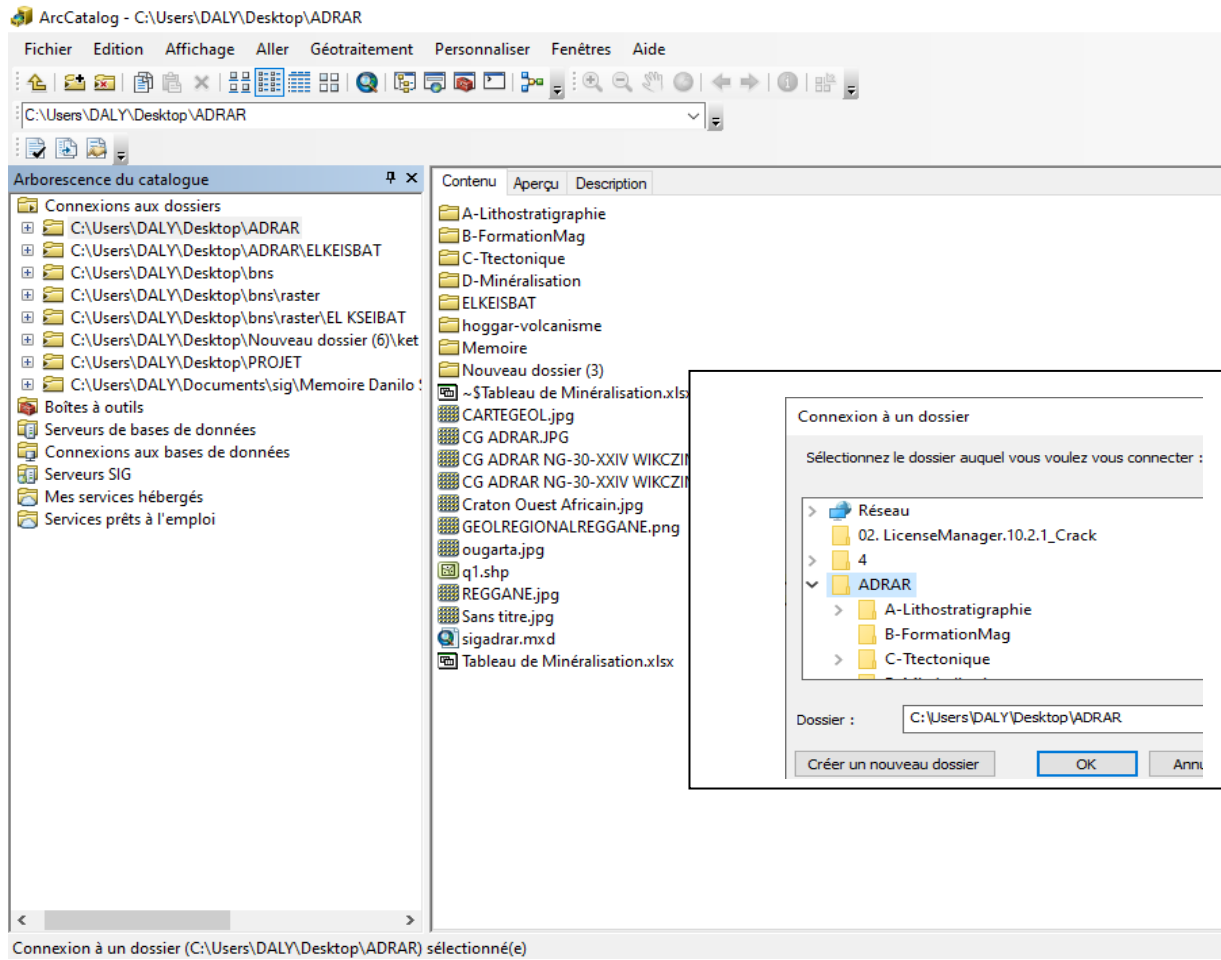
**Fig n°27 : Connexion à un dossier via ArcCatalog (2).**

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

### ***3. 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



**Fig n°28 : 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.

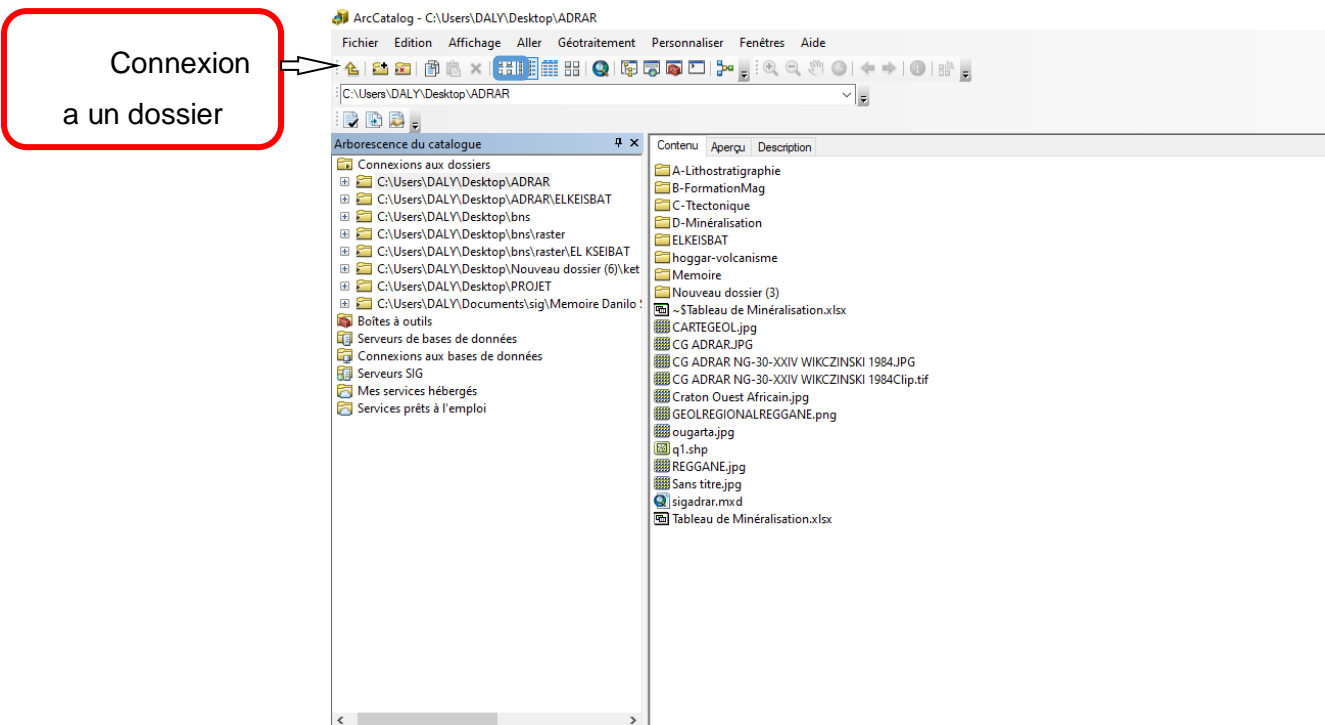


Fig n°29 : Connexion à un dossier via ArcCatalog

#### 4. 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).

#### 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\_Zone30N pour nos cartes.) → Ok.

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

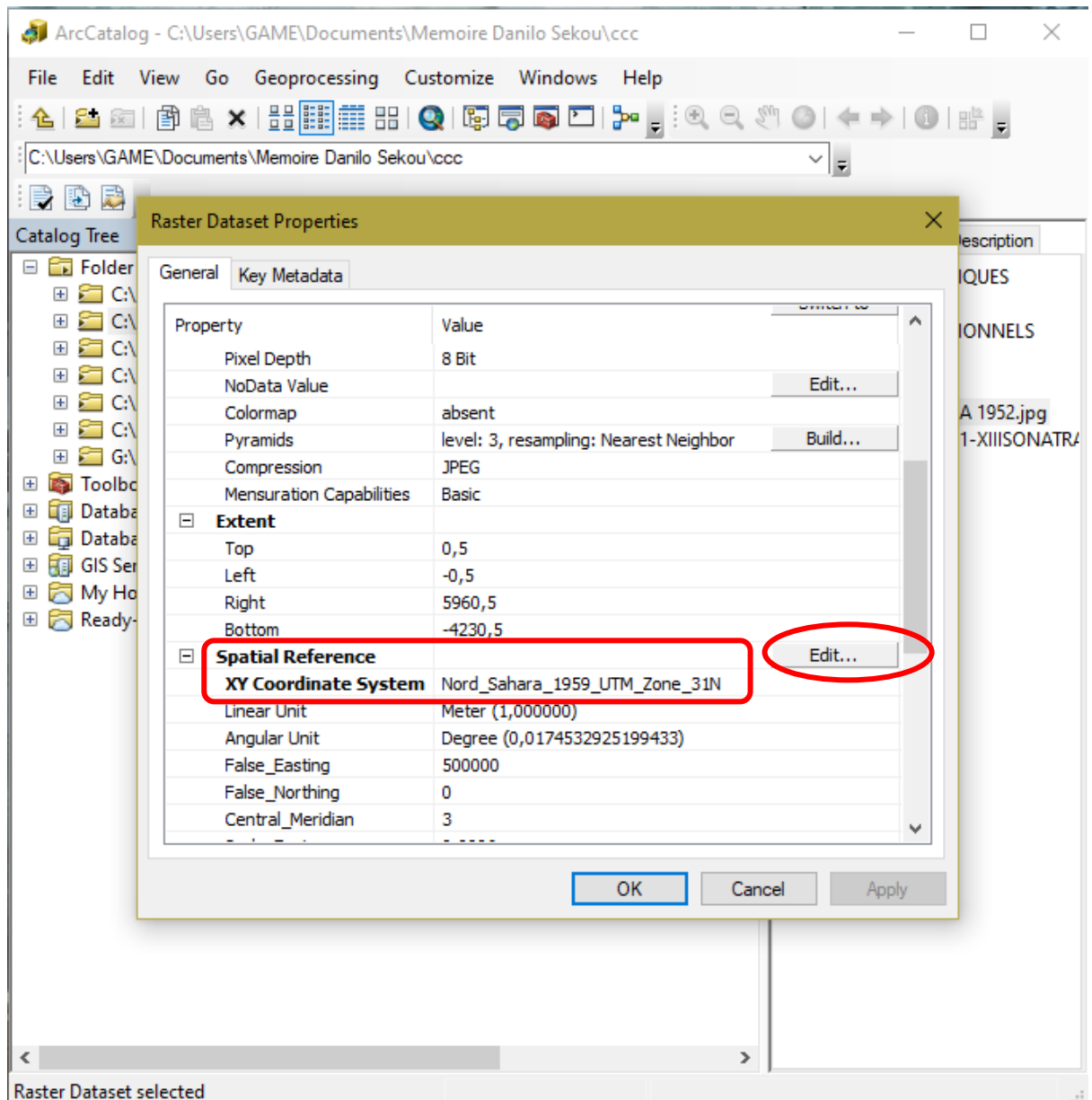


Fig n°30 : Attribution d'un système de coordonnées projetées via ArcCatalog.

### 6. 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.

Dans la table des matières (à gauche) on sélectionne « Couches » → Clic droit dessus → Propriétés → Système de coordonnées → Prédéfini → Système de de

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

coordonnées projetées → UTM → Africa → Choisir le système de coordonnées qui convient → OK.

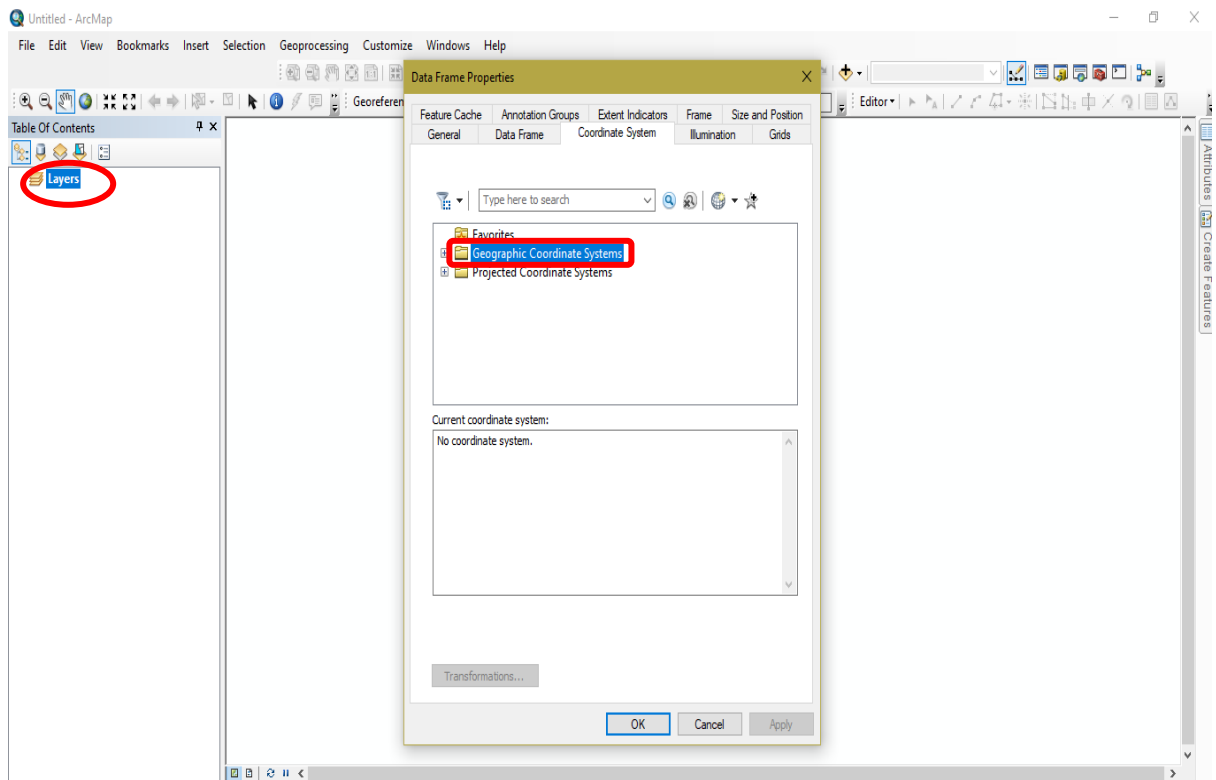


Fig n°31 : Attribution d'un système de coordonnées via ArcMap.

### 7. 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.

### 8. 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.

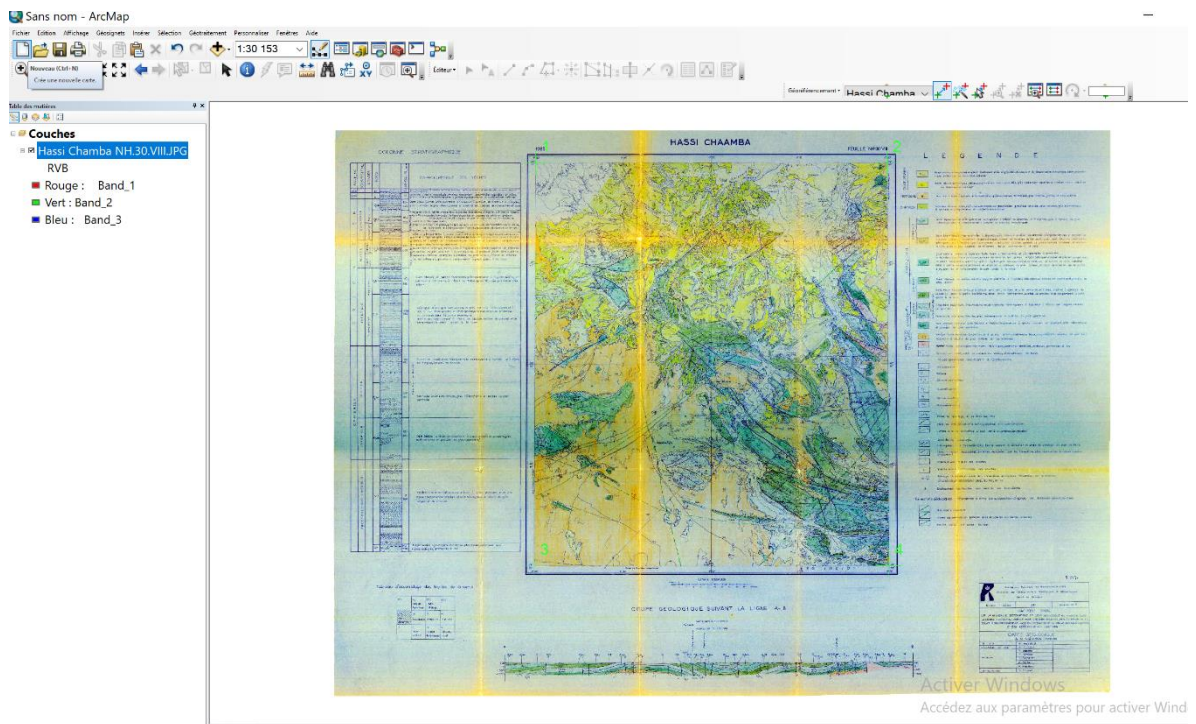


Fig n°32 : Calage de la carte géologique

### Étape 2. Vectorisation d'une carte :

A ne pas confondre avec digitalisation, ou numérisation.

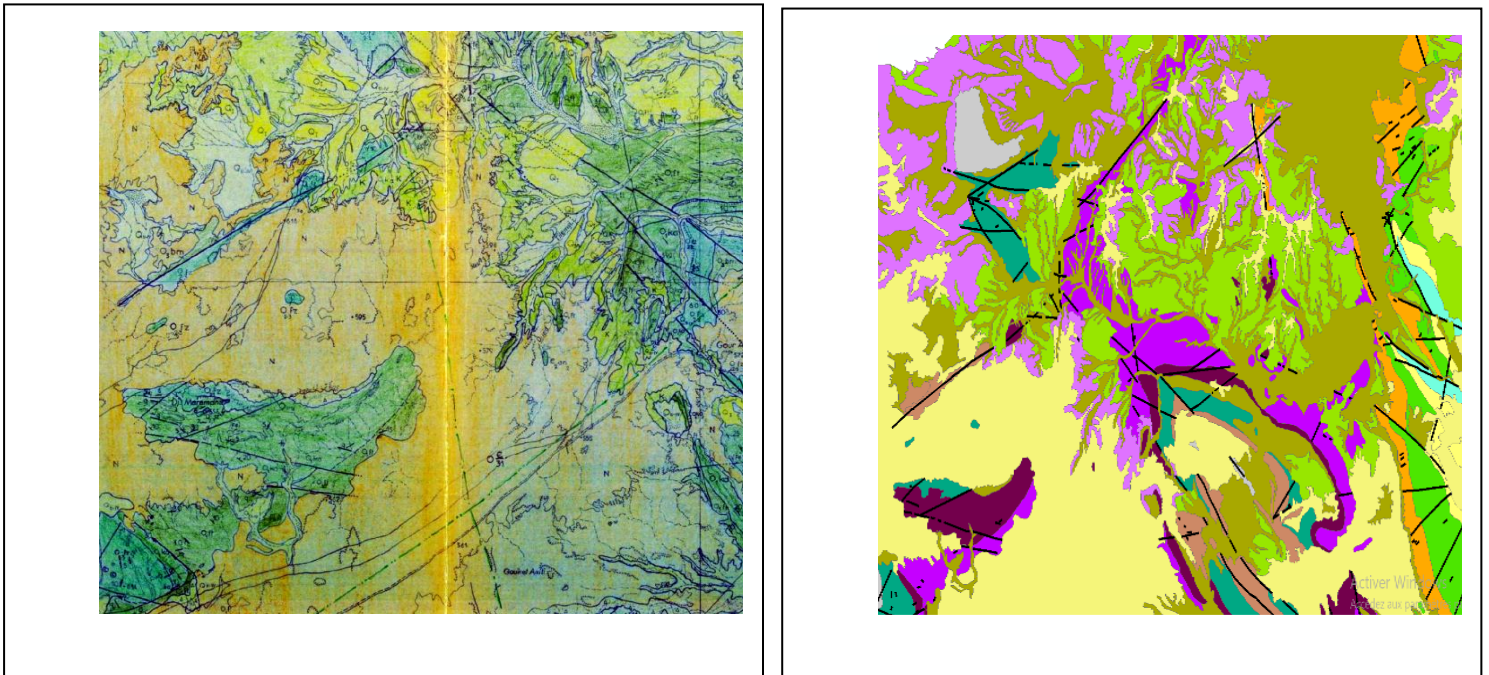
Une numérisation est le passage d'une information sur un support quelconque (papier, électrique...) à un support informatique.

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.



**Fig n°33 : 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).

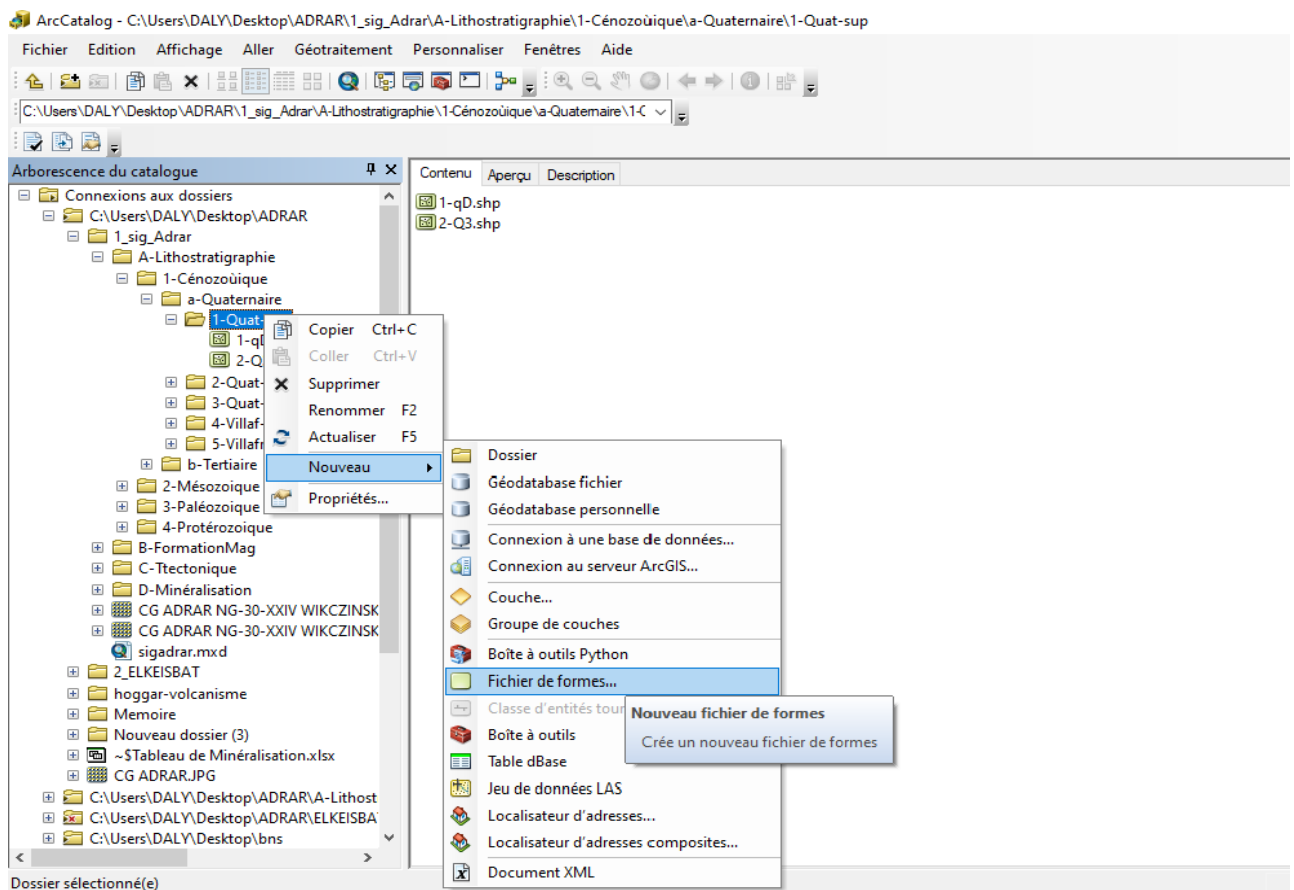


Fig n°34 : Créer un fichier de formes.

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

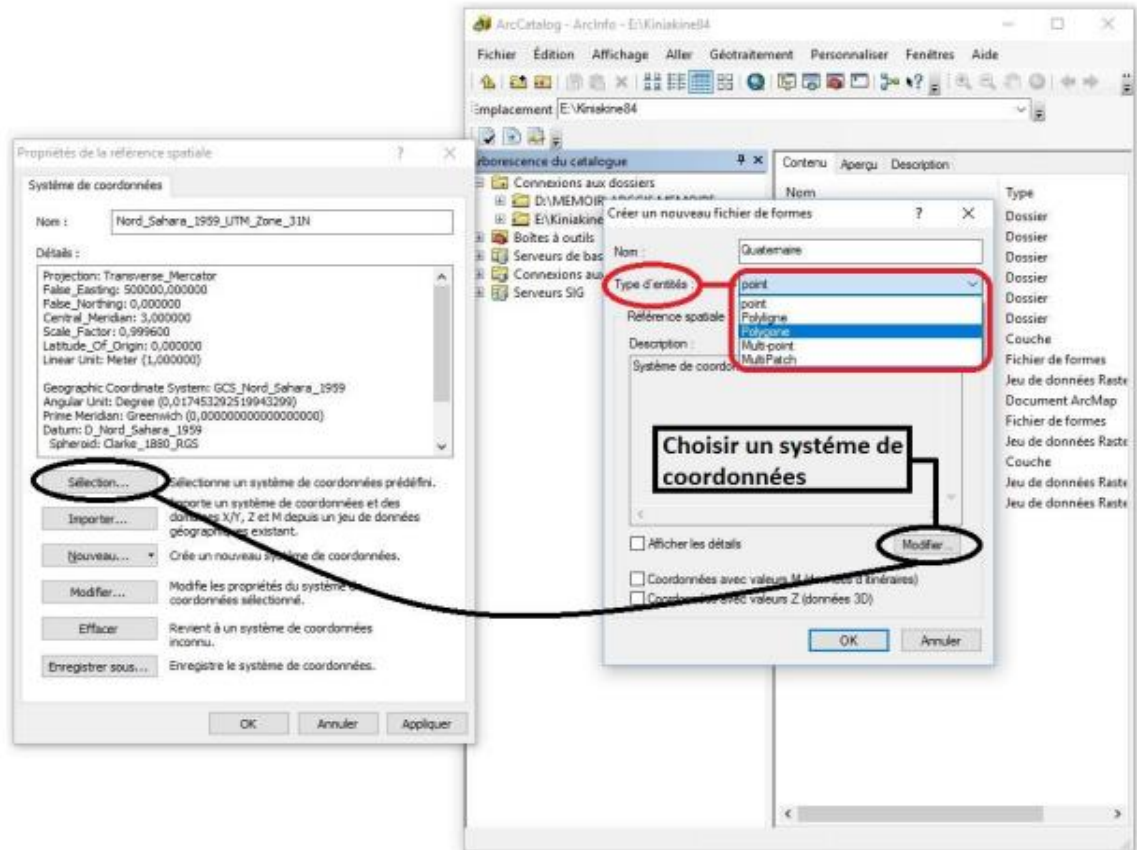


Fig n°35: Choix du type d'entité et du système de coordonnées.

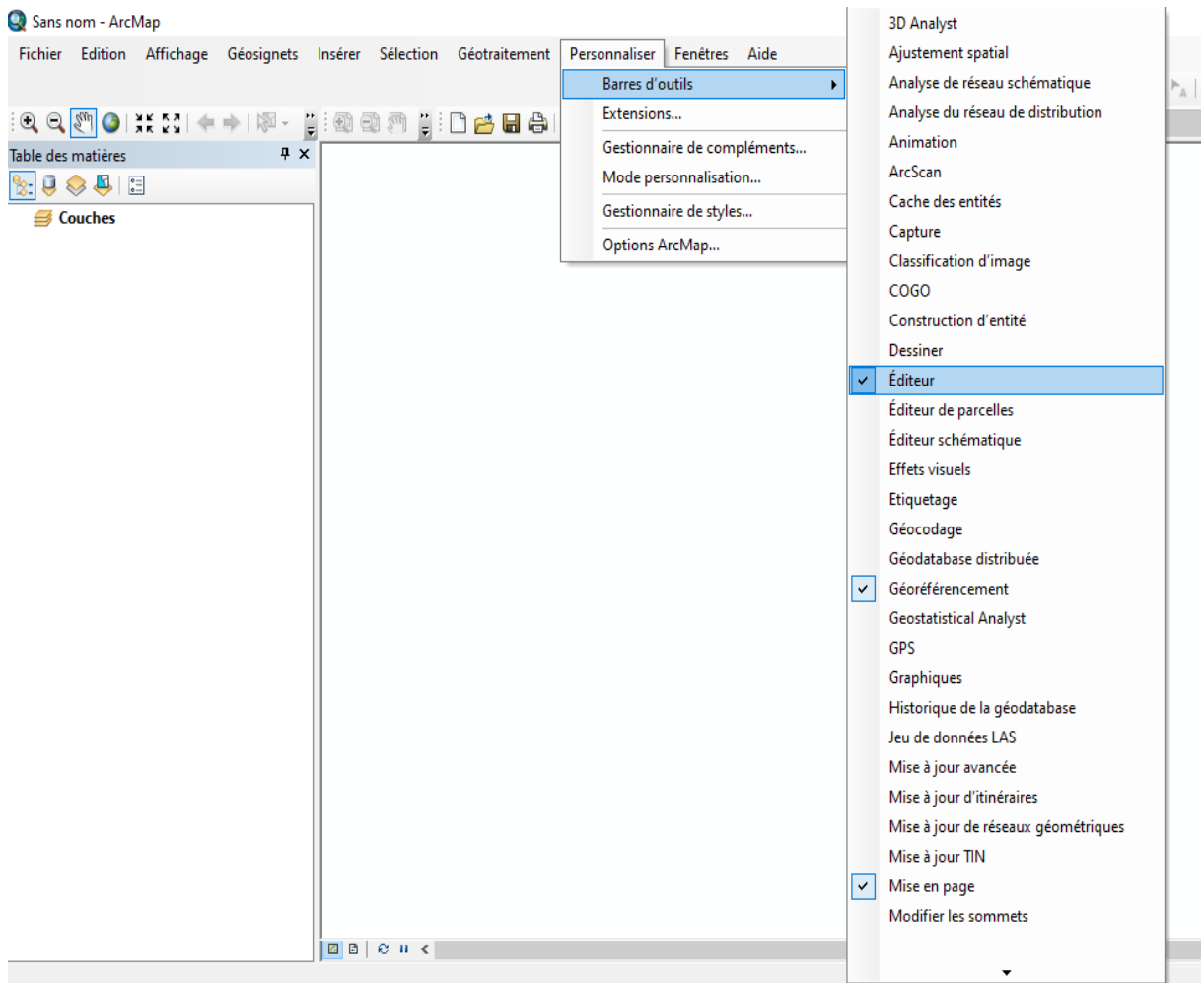
Et pour finir, on fait glisser le fichier de formes dans l'interface ArcMap.

### 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 ArcMapon clique sur Personnaliser → Barres d'outils → Cocher → « Editeur »

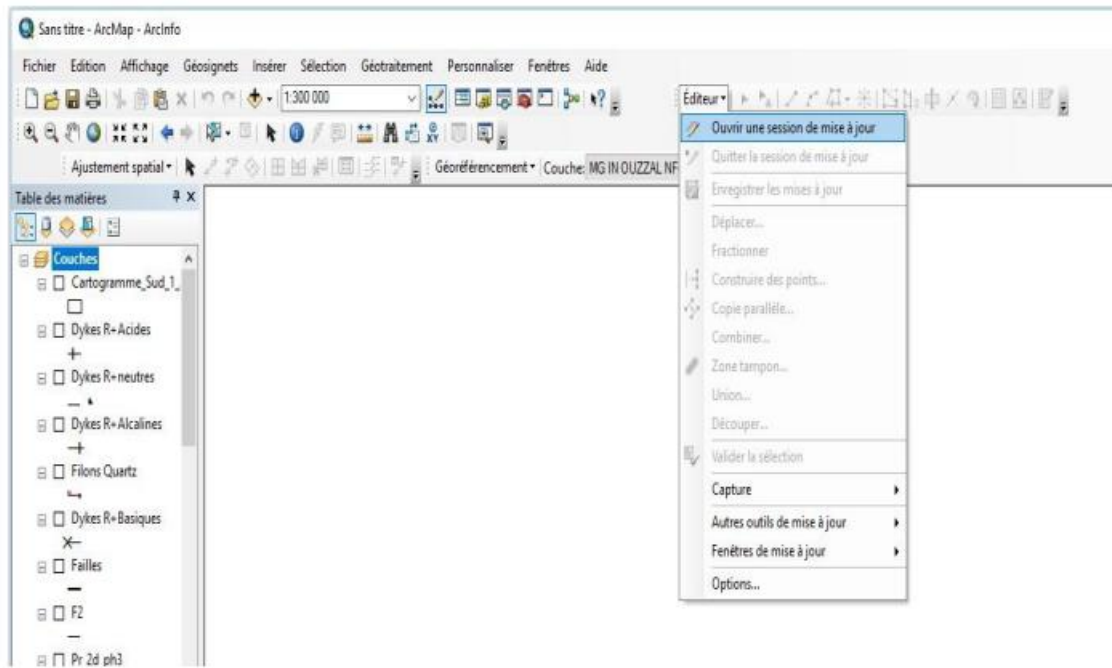
## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE



**Fig n°36 : 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.



**Fig n°37: 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.

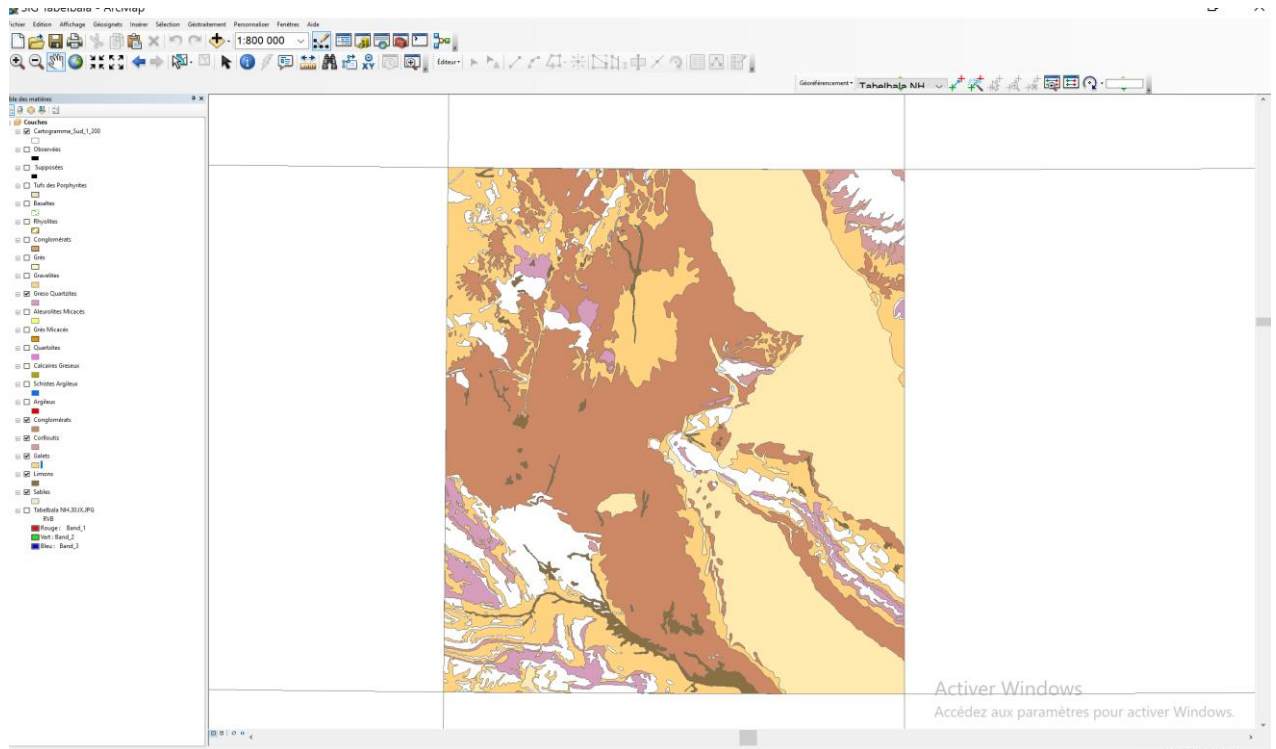
Pour la création d'une entité surfacique, il suffit de créer un fichier de formes « Polygone ».

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

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

### 9. La Litho-stratigraphie :

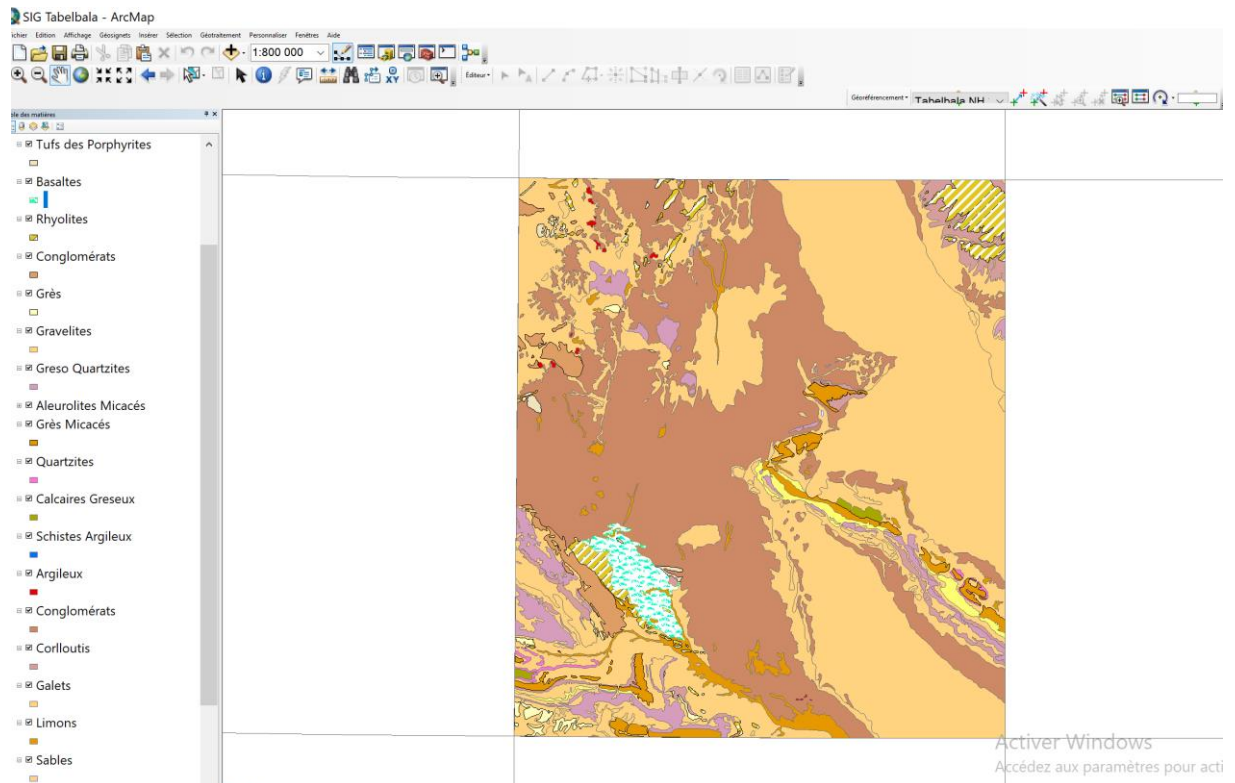
Pour procéder à la vectorisation des couches litho-stratigraphiques on a commencé par la vectorisation de la formation litho-stratigraphique «Quaternaire».



**Fig n°38 : Vectorisation de l'entité polygonale "Quaternaire" des feuilles de Tabelbala.**

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 vingt-neuf couches « Polygones » représentant les formations litho-stratigraphiques.

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE



**Fig n°39: Couches Lithostratigraphiques vectorisées de Tabelbala .**

### **10. Vectorisation linéaire « Polyligne » :**

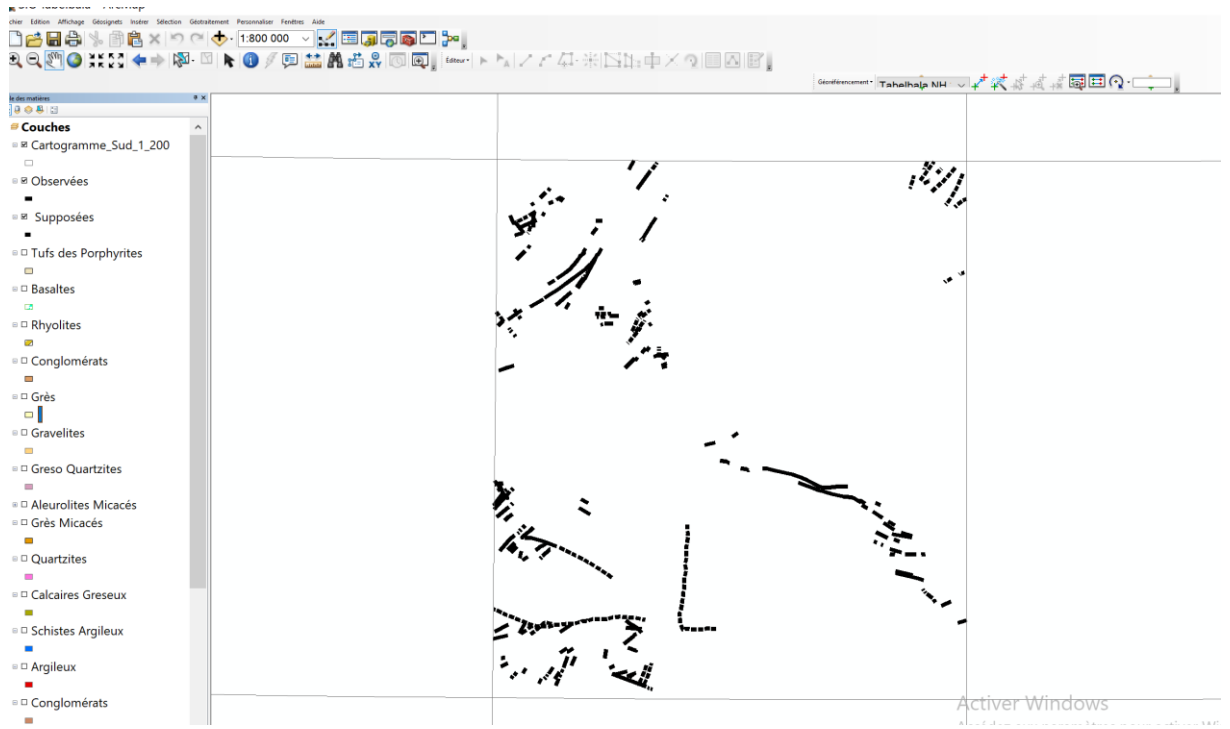
Les entités polygones se composent de segments de ligne droite, d'arcs circulaires, d'arcs elliptiques et de courbes de Bézier entre les sommets. Elles permettent de représenter des objets linéaires et curvilignes dotés d'une longueur, mais sans surface.

### **11. Tectonique :**

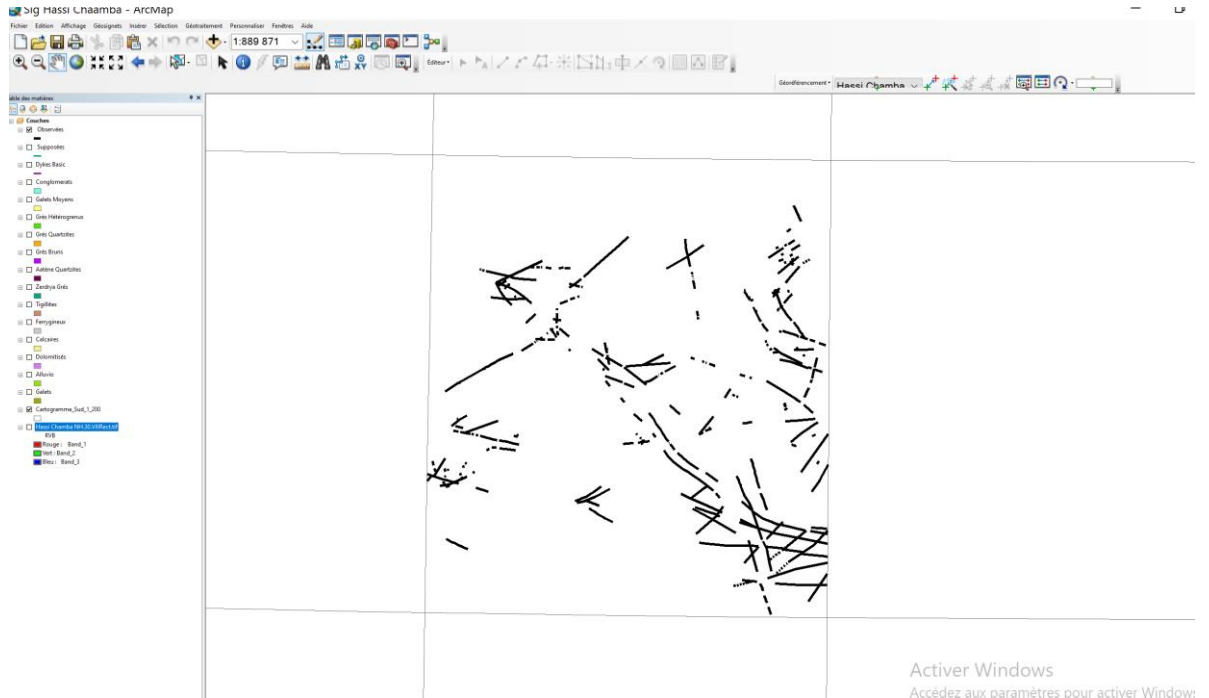
Pour la vectorisation de la tectonique (failles, chevauchements, dykes...etc.) de nos cartes nous avons suivis les mêmes étapes que pour la vectorisation surfacique citée quelques pages auparavant, c'est-à-dire

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

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE



**Fig n°40: Exemple de vectorisation linéaire (Failles) des feuilles Tabelbala.**



**Fig n°41: Vectorisation linéaire complété de la feuille de Hassi Chamba à 1/200.000**

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

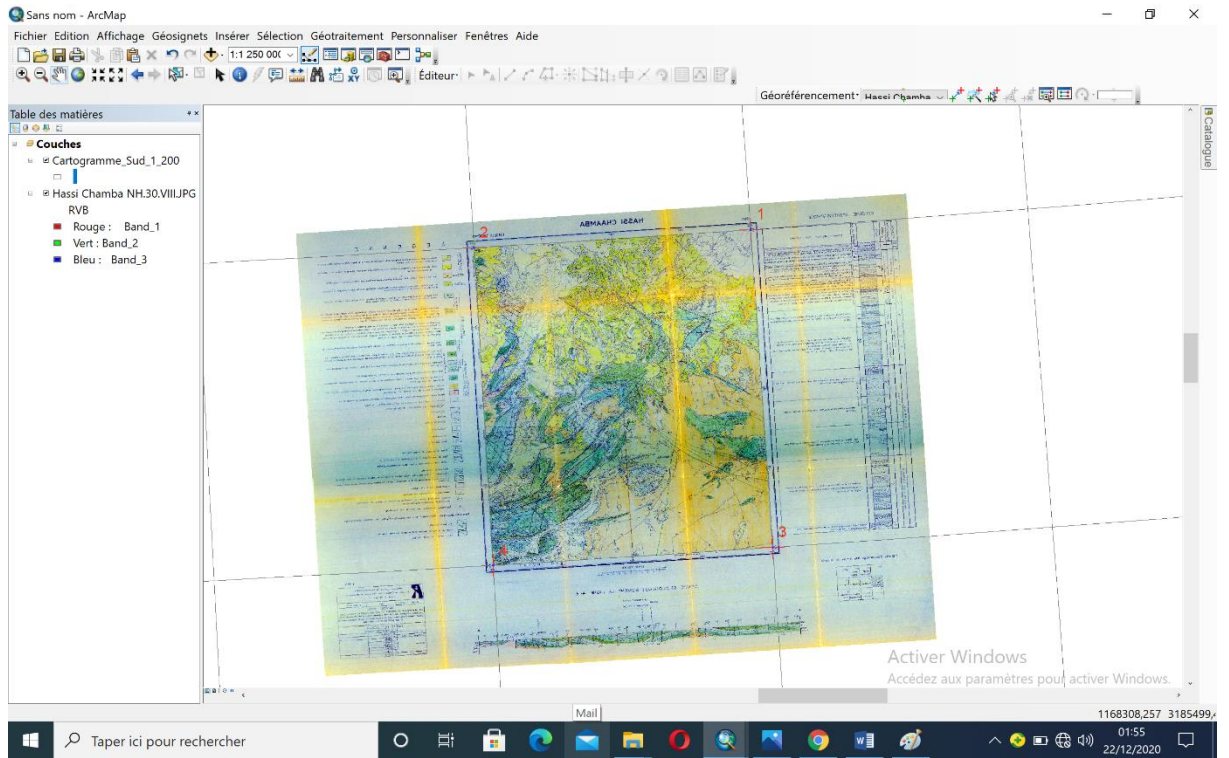


Fig n° 42 : Carte Raster de Hassi Chamba .

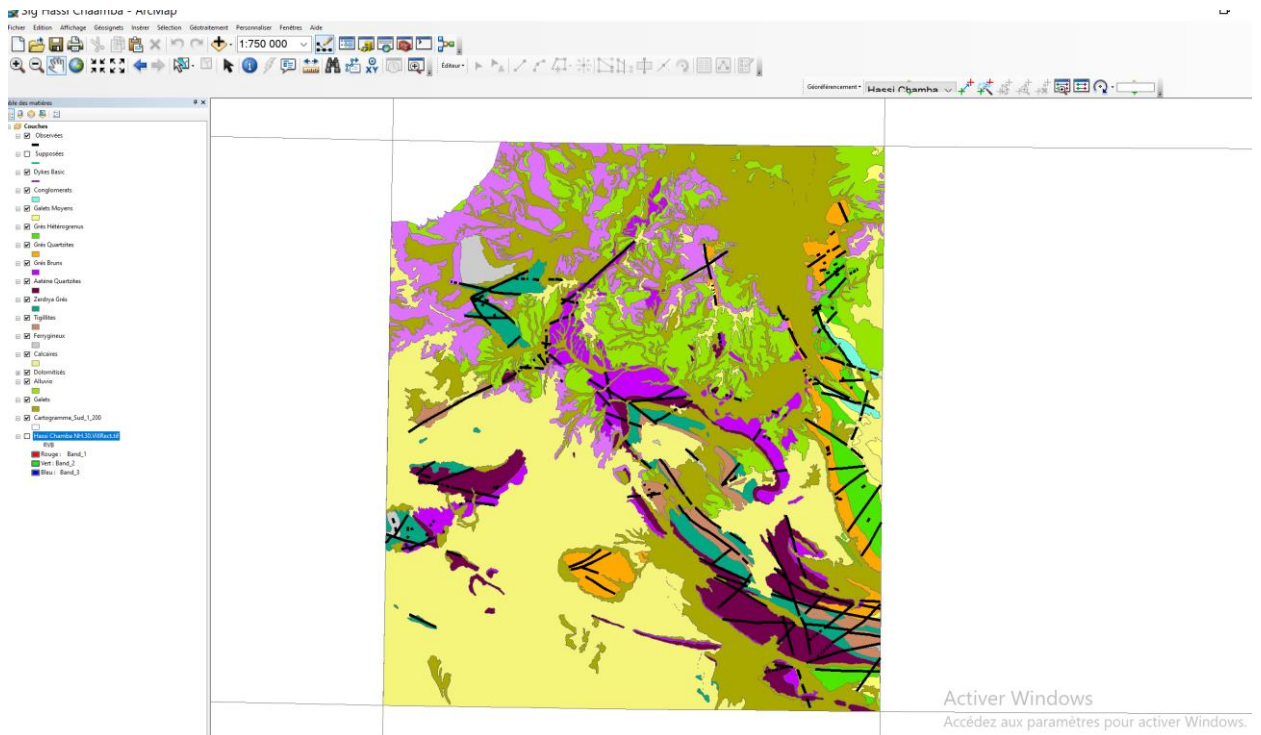


Fig n°43 : Carte vectorisée de la feuille de Hassi Chamba au 1/200,000.

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

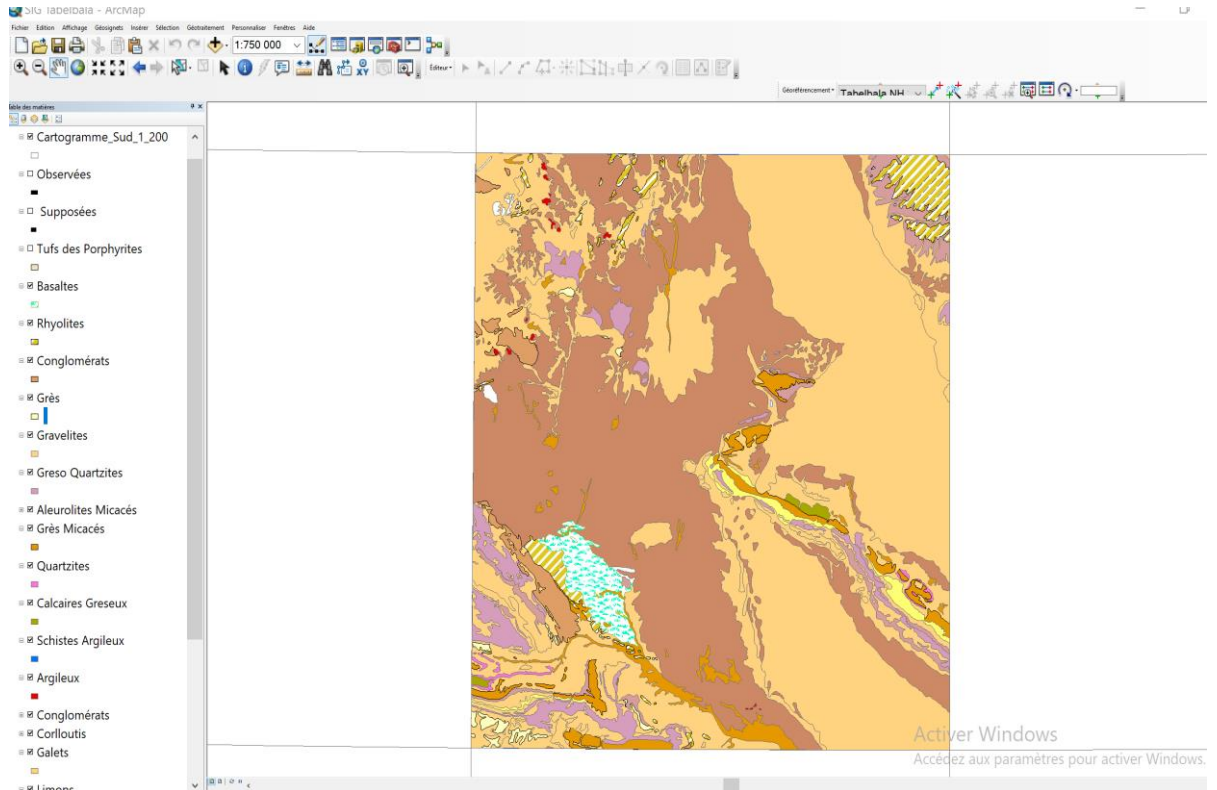


Fig n° 44 : carte vectorisée de la feuille de Tabelbala au 1/200,000

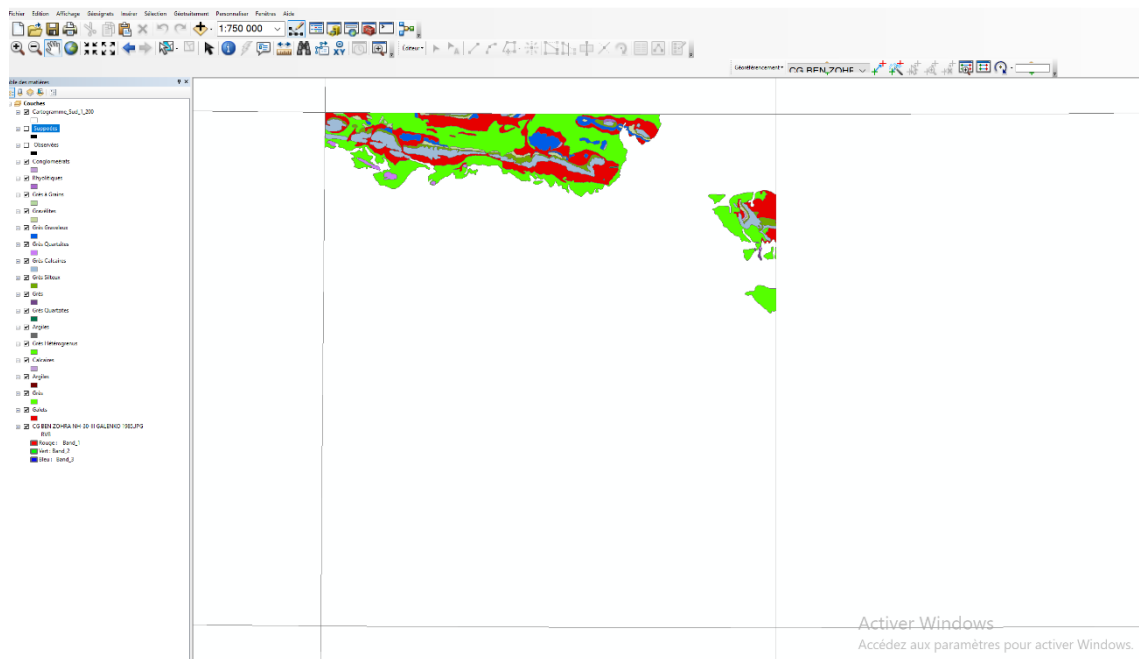


Fig n°45 : carte vectorisée de la feuille de Ben Zohra au 1/200,000

### 12. 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 ».

### 13. 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, platinoïdes...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.

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

A2	Cu-Zn															
1	elements utiles	x dec	y dec	Type	Localisation	Encaissant	Dimension	Epaisseur	Tector	Type de N	Analyse Chimique	Analyse Spectrale	Résistivité	Températ	Degré de Miné	
2	Cu-Zn	0,6167	28,9167	Indice	Le flanc Sud de l'Anticlin Contact entr	La zone est long	Comprise entre 0,5	Affleu	Polymétal	Zn=0,6%	Fe=64%	Cu=600ppm	Ag=4pp	200cps		
3	Zn	0,6167	28,9333	Indice	NORD-NORD-OUEST de C Grés-Quartz	4km			Dans l	Polymétal	Concentration importante	Zn=1200ppm	Ag=8ppm	As=4500ppm	Zr> 200ppm	Ti> 150
4	U-Zr	0,6000	28,9833	Indice	Partie NORD de l'Anticlin	Cépolis Sableux de l'Ordovicien			Concentra	ZrSiO4=19,85%	Th=3,112%	U=79ppm	Sr=20ppm	Zn=500ppm	Pb=100ppm	
5	Ti	0,9167	28,9667	Indice	NORD-OUEST DE LA FEUI	Proximité d'un Dyke de Trachy-Andésites	dans les Grés du	Concentra	TiO2=13,25%			Ti>10000ppm	Zr>200ppm	Cu=200ppm		
6	As-Cu	0,7667	28,7500	Indice		Corps Magmatique recouvert de dépôt	du Cambri	Tector	Polymétallique	liée à un coprs Mag		As=700ppm	Ag=300ppm	Zn=300ppm	Pb=100ppm	Mn=800ppm
7	As-Ag-Pb-Zn	0,7500	28,8167	POINT minéralise	OUEST d' Hasssi Fegagui	Sédiment du 10Km		Tector	Point Min	ASAgPbZn		As=700ppm	Ag=8ppm	Pb=1000ppm	Zn=700ppm	
8	Pb	0,7000	28,9167	POINT minéralise	NORD-OUEST du puit de	Dépôt du Dé	10Km		Polymétal	Pb		Pb=1000ppm				
9	Mn-Sn	0,6167	28,7167	anomalieGéo-chimiqu	Partie centralr du Synclil	Processus Exogène		Synclinal	MnSn			Mn=800ppm				
10	Mg-Sn	0,6833	26,6667	Point Minéralisé	Gara-Tazizila	Dépôt du Ccambrien Supérieur			Mg=14,96%			Sn est entre 3 et 7ppm				
11	Pb	0,2333	28,9667		Teourirt	Dépôts du Dévonien inférieur etMoyen			Pb			Pb est entre 45 et 100ppm				
12	Ag	0,2833	28,8667		Moulay Mohammed	Dépôts du Dévonien inférieur etMoyen			Ag			Ag est entre 1 et 3				
13	Mn-Cu-Ag-Zn	0,3000	28,7833	anomalieGéo-chimiqu	Prolongement de l'Antic	Dépôts du silurien et du dévonieninférieur			MnCuAgZn			Mn=900ppm	Cu=100ppm	Ag=4,5ppm	Zn=1500ppm	
14	Ti-Ag	0,2000	28,8333		Moulay Mohammed	Dévonien supérieur			TiAg			Ti=6000ppm	et1500ppm	Ag=1 et 2ppm		
15	Baryte	0,2167	28,5333		Hassi-en-Nous	Continental intercalaire à proximité du Mio-pliocène			BaSO4=3,79%	Sr=8,63%						
16	Sr	0,4333	28,3333		OUEST des Oasis Tsabit	Mio-Pliocèn 20Km			SrO est comprise entre 4,1	Strontium supérieur à 5000ppm						
17	Sr	0,5333	28,2167		Hassi-Decheira	Dépôts carbonatés du Moi-Pliocène			SrO =2,0%	et 3,14%						
18	Sr	0,6833	28,1667		Oued-el-Tselbat	villafrauchiens			SrO est entre 4,06 et 5,01	Strontium supérieur à 5000ppm						
19	Baryte	0,6667	28,1000		Oued-el-Tselbat	Dépôts Q2			BaSO4=11,14%	SrO=12,11%						
20	Quartzite	0,8000	28,8833	stance Utile	Quartzite Draa-el-Harada	Cambrien Supérieur		E=100m-150m		substance	SiO2 =95% et 98%					
21	Quartzite	0,7333	28,8000	Quartzites	Gara-RoumbouRN n°10	Cambrien Supérieur		E=120m	Emoyen=0,4	Penda substance	SiO2=96% à 98%	AlO3 <1%				
22	Calcaire	0,7000	28,9000	Calcaire Dolomitisé	SW du Synclinal de Has	Dévonien mc 15Km		E=70m		penda substances utiles						
23	Argillite	0,5833	28,9000	Argillites	RN n°10 Djebel-Hech	Silurien L=15Kml=1km		E=150m à 200m		substance	Al2O2=20,4%	CaO+Al2O3+Na2O+K2O=15,5%		850° à 9000°	Kaol	
24	Dolomie	0,2833	28,6833	Dolomie	Moulay Mohammed	Silurien sup	L=2Km	E=8m		substance	MgO=21,1%	Cad=29,34%			Dd=1,00005	
25	Argiles	0,2833	28,3333	Argiles	Tsabit	Mio-Pliocèn	10m	E=5 à 10m		pas parvenus						
26	Diamant	0,4500	28,2833	Diamant	Tsabit	Quaternaire				Pièrres précieuses	Cristal de Diamant et les minéraux satellites (pyropes).					

**Fig n°46 : 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

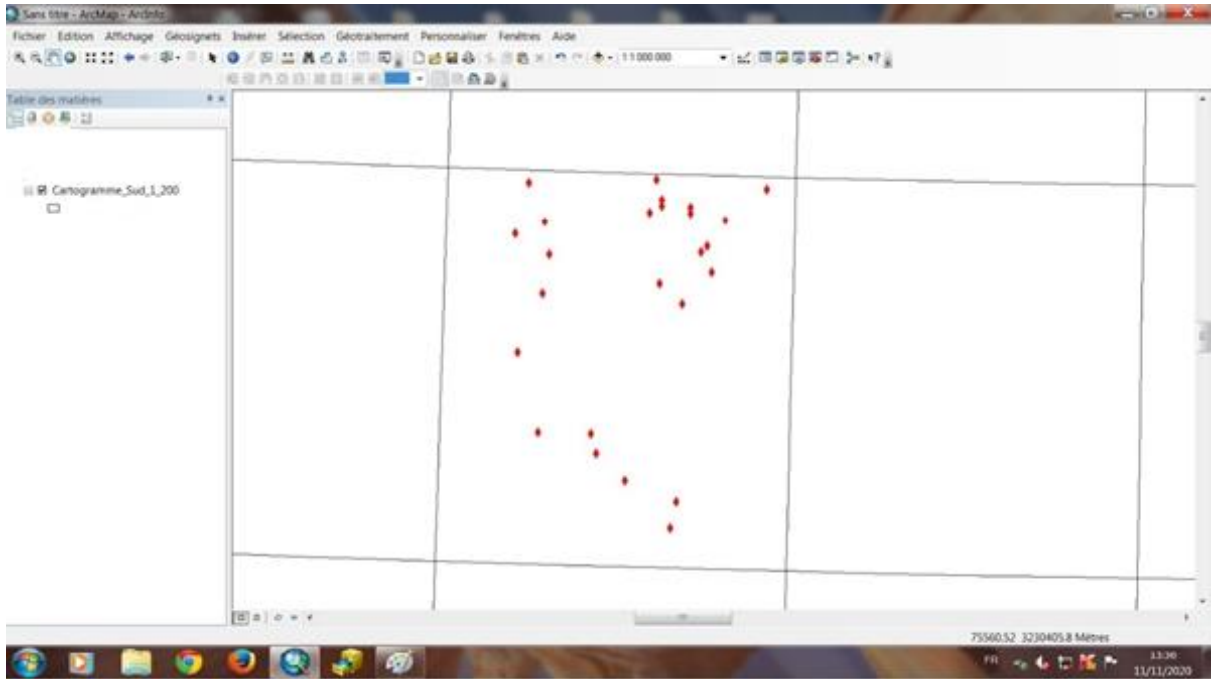


Fig n°47 : Exemple d'une couche ponctuelle de la feuille au 1/200.000

### 14. 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...



Fig n°48 : 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.

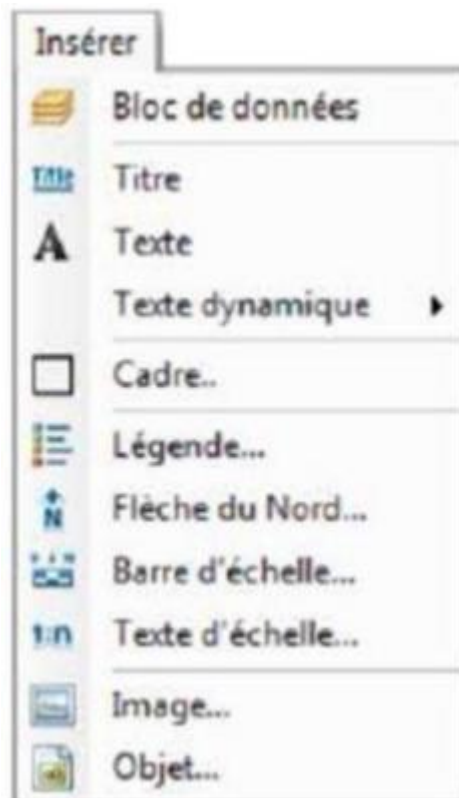


Fig n°49 : Liste d'items disponibles à l'insertion.

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

- Ajouter du texte : Clic sur A → puis on choisit ou le mettre dans la carte, à l'endroit désiré.
- Ajouter un titre : Insérer → Titre.



**Fig n°50 : Boite de dialogue pour insérer un titre à la carte.**

- Ajouter une orientation :

Insérer → Flèche du Nord.

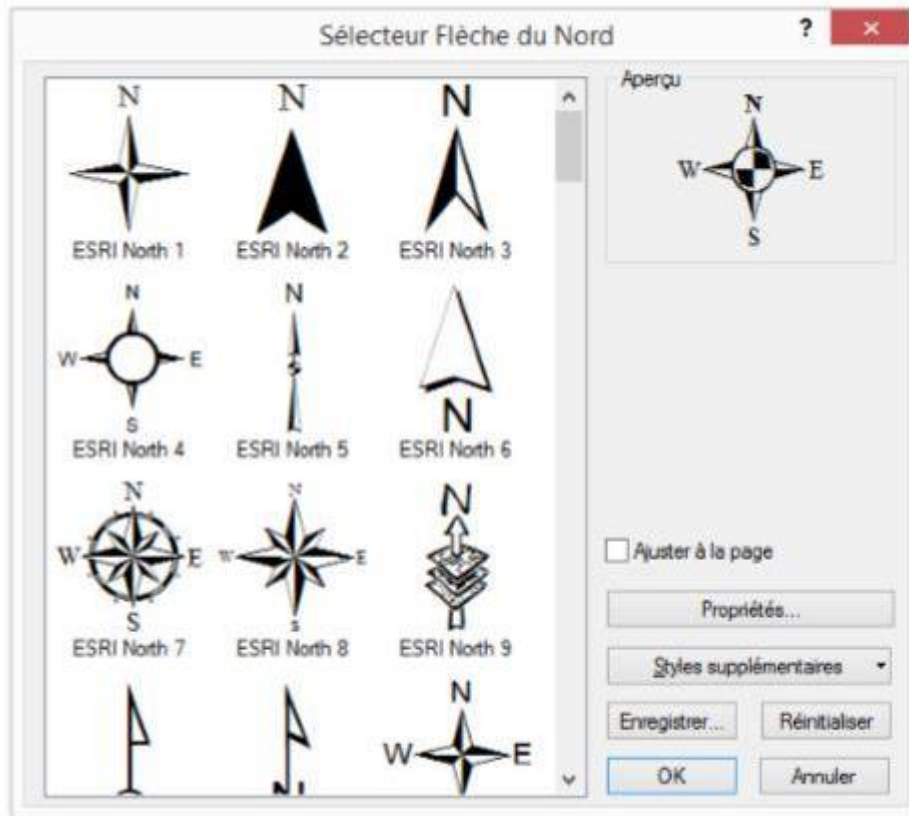
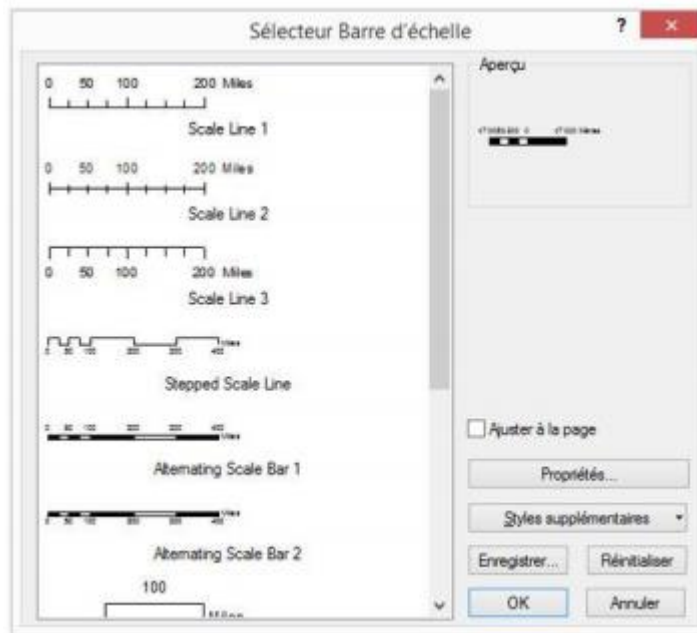


Fig n°51 : Sélection d'une flèche de Nord.

Il est aussi facile d'importer une flèche personnalisée.

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



**Fig n°52 : 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.

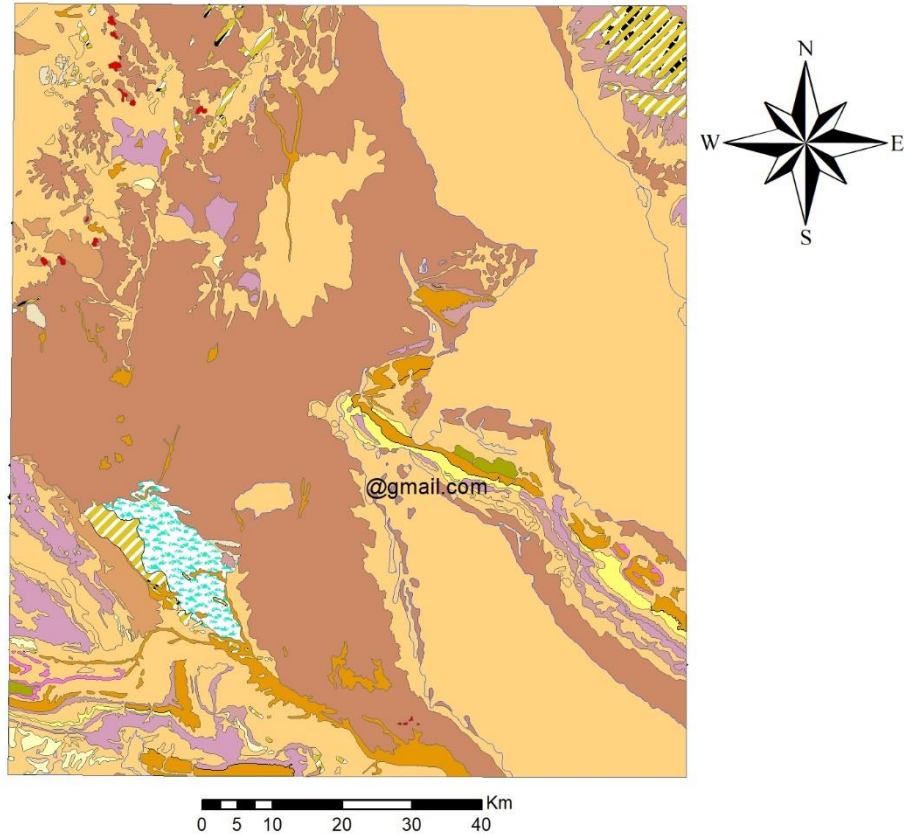
Pour exporter : Menu fichier → Exporter la carte.

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.

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

## Chapitre IV: SIG APPLIQUÉ A LA RÉGION D'ÉTUDE

**Carte géologique SIG  
De la Feuille au 1/200 000 de  
Tabelbala (NG-30-IX).  
réalisée en 2020 par Mr Rodrigues Mario  
Mr Zeghouane Hocine étant promoteur**



### Légende

Quaternaire (Q6)	Néogène (N)	Ordovicien Inf (O1 S1-2)	Proterozoïque Sup (PR3-3)
Quaternaire (Q5)	Silurien (S)	Cambrien Moy Sup (E2-3 K4)	Proterozoïque Sup (PR2-3)
Quaternaire (Q4-5)	Ordovicien Moy Sup (O2-3 S5)	Cambrien Moy Sup (E2-3 K3)	Proterozoïque Sup (PR1-3)
Quaternaire (Q3-4)	Ordovicien Moy Sup (O2-3 S4-5)	Cambrien Inf (E1 K2(?))	Failles Observées
Quaternaire (Q1-2)	Ordovicien Inf Moy (O1-2 S2-4)	Cambrien Inf (E1 K1(?))	Failles Supposées

**Carte SIG élaborée d'après la minute géologique  
au 1/200 000 de SONAREM (1980).**

**Fig n°53 : Exemples d'une carte SIG exportée sous format JPEG**

## Conclusion générale

Dans le cadre de cette recherche intitulée « Cartographie SIG des régions d'Hassi Chamba, Tabelbala, Ben Zohra (Algérie) : Géologie et minéralisations associées. », un SIG a été élaboré pour toutes ces feuilles.

Ce travail a permis d'avoir une nouvelle forme de données numériques qui permet de rendre les informations géologiques faciles à manipuler, gérer et organiser.

L'objectif principal a été atteint, le SIG géologique et minier complet de ses régions a été réalisé.

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

La réalisation de ce mémoire nous a appris à maîtriser la technologie de réalisation des SIG avec le logiciel Arcgis et élaborer des synthèses géologiques et minières

## Bibliographie

**Benachour H. B., 2010** : Transgression du dévonien moyen dans le bassin de reganne.  
Berrabah A., 2012 : Aspect sédimentologique de l'Ougarta et ses environs.

**Benhamouche, A et Ahmed Nedjari, A., 2008** : Les séquences sédimentopédogénétiques dans les formations hamadiennes du bassin de Tindouf (Algérie). Bulletin du Service Géologique National Vol. 21, n° 2, pp. 103 - 115, 3 fig., 1 tabl., 3 pl.

**Bertrand, J.M.L., Caby, R., 1978**: Geodynamic evolution of the Pan- African orogenic belt: a new interpretation of the Hoggar Shield (Algerian Sahara). Geologische Rundschau 67, 357–388.

**Chabou Mouley Charaf 2002** : Etude Pétrologie et Géochimique du Mésozoïque de la Plateforme 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, inédit.

**Chadtchinev, A., Lavrov. B, Koudrine. A, Joulikovnov.J, Gacharia.T, Acheraïou. M, & Boufadin.M., 1987** : Rapport final sur la recherche systématique 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, inédit.

**Chikhaoui, M., 1974** : Les ignimbrites et les roches basiques du Précambrien supérieurs des Ougarta (Saoura). Thèse de 3eme cycle; Alger, 150 p.

**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.

**Liégeois, J.P., Black, R., Navez, J., Latouche, L., 1994** : Early and late Pan-African orogenies in the Air assembly of terranes (Tuareg Shield, Niger). Precambrian Research 67, 59–88.

**Liégeois, J.P., 2019**: A New Synthetic Geological Map of the Tuareg Shield: An Overview of Its Global Structure and Geological Evolution: Springer Nature. Switzerland AG, p.83-107.

**Liégeois, J.P., 2005**: The Pan African evolution of the Tuareg Shield, with reference to the neoproterozoïque granitoids and the cenozoic volcanism. Séminaire de géologie et de méyallogénie des massifs du Hoggar et des Eglabs, Tamanrasset 1-3 Mars, résumés p87.

**Liégeois, J.P., Latouche, L., Navez, J., Black, R., 2000:** Pan African collision, collapse and escape tectonics in Toureg Shield: relations with the East Saharan Ghost Craton and the West African Craton. In Special abstract issue, 18th Colloquium of African Geology, Graz. Journal of African Earth Science, 30/4A, Elsevier, pp. 53-54.

**Liégeois, J.P., Latouche, L., Boughrara, M., Navez, J., Guiraud, M., 2003 :** The LATEA metacraton (Central Hoggar, Tuareg Shield, Algeria): behaviour of an old passive margin during the Pan- African orogeny. Journal of African Earth Sciences 37, 161-190.

**Mekkaoui, A., 1998 :** Le magmatisme basique de l'axe Damrane-Kahal Tabelbala (Daoura, Monts de l'Ougarta, Sud-ouest, Algérie) : Géologie, Pétrologie, Géochimie et Contexte Géodynamique. Université d'Oran 2 Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers. Thèse de Doctorat en sciences.

**Ouali, S., 2006 :** Etude Géothermique du Sud de l'Algérie. Mémoire de Magister en géophysique. Université de Boumerdés, Mars 2006.

**Peucat, J.J., Capdevila, R., Drareni, A., Mahdjoub, Y., Kahoui, M., 2005 :** The Eglab massif in the West African Craton (Algeria), an original segment of the Eburnean orogenic belt: petrology, geochemistry and geochronology. Precambrian Research 136, 309-352.

**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 de Hassi Chamba

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

**Annexe 3:** Cartographie SIG de la feuille au 1/200 000 Ben Zohra