



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



MEMOIRE

*Présenté en vue de l'obtention du titre de **Master***

Spécialité : Géologie appliquée

Option : Ressources Minérales Géomatériaux Et Environnement

Thème :

***Cartographie SIG au 1/200 000 dans la région de
l'OUGARTA : GEOLOGIE ET MINERALISATIONS
ASSOCIEES. APPLICATION AU FEUILLES DE OGLET
BERABER, OUGARTA ET BENI ABBES***

Présenté par:

**M^r ATTOUCHE Karim
M^r AMROUCHE Mohammed**

Encadré par :

Dr H. ZEGHOUANE

M^r F AMROUCHE

MAA

PRESIDENT

M^{me} D.IZRI

MAA

EXAMINATRICE

Promotion : 2020/2021

Dédicace

Nous tenons tout d'abord à Dédier ce modeste travail à nos chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de nos études ; A nos chères sœurs , A nos cher frères ; A nos familles ; A nos amies proches B.Amar, T.Moh Said , A.Tarik ,Gh.Ghizlan H.G.Anes, B.Chabane; H. Zahoua, B.Fatma,lilya S.meriem mes amis, et à Aboud Dihia qui nous a aider et soutenue tout au long de notre année universitaire , à tous nos camarades de classe de la promo RMGE , nos collègues de travaille et tous ceux et celles dont les noms n'ont pu être cités.

REMERCIEMENT

Tout d'abord nous remercions Dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreurs DR.

ZEGHOUANE Hocine qui nous a proposé ce sujet et qui nous a encadré, et qui nous a aidé à réaliser ce travail. Nous somme honoré de profiter de sa grande expérience.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble de jury, un grand merci à Monsieur F.AMROUCHE qui a accepté de présider ce jury ; Il a toujours fait preuve d'une grande générosité envers tout le monde et n'a jamais hésité à nous tendre la main, c'est un grand honneur pour nous. Et Madame D. Izri d'avoir acceptée d'examiner ce travail, nous espérons qu'elle l'a trouvé à la hauteur. Je remercie tous nos chers professeurs de département des sciences géologiques qui nous ont entouré durant tout notre cursus avec leur bienveillance, leur encadrement et leur dévouement. Nous remercions également toute l'équipe pédagogique du département des sciences géologiques U.M.M.T.O ainsi que mes camarades

PLAN DE TRAVAIL

INTRODUCTION GENERALE

a-BUT ET OBJECTIFS DU TRAVAIL :.....	1
b-METHODE ET OUTILS.....	1
c-HISTORIQUE DES TRAVEAUX SUR LA REGION.....	1
d-PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE.....	4

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

I- INTRODUCTION.....	8
----------------------	---

II- LITHOSTRATIGRAPHIE.....	8
-----------------------------	---

II.1-les formations ante-Paléozoïques	8
---	---

II.1.1- Le substratum ante Paléozoïque.....	8
---	---

II.2-Le Paléozoïque.....	10
--------------------------	----

II.2.1- Le cycle cambro-ordovicien	10
--	----

II.2.2-Le cycle Siluro-Dévonien	13
---------------------------------------	----

II.2.3- Carbonifère	17
---------------------------	----

II.3- le Mésozoïque / Cénozoïque.....	17
---------------------------------------	----

II.4-Le Quaternaire.....	17
--------------------------	----

III – MINERALISATION.....	17
---------------------------	----

III.1- Minéraux utiles.....	17
-----------------------------	----

III.1.1-Substances métalliques	18
--------------------------------------	----

III.1.2--Manganèse	19
--------------------------	----

IV- TECTONIQUE	21
IV.1- Eléments tectoniques	22

V - LE MAGMATISME	28
--------------------------------	-----------

CHAPITRE II: GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

I-LITHOSTRATIGRAPHIE	31
I.1-Précambrien	31
I .1.1- Protérozoïque	31
I-2- Paléozoïque	
I.2.1- Le Cambrien	32
I.2.2-L'Ordovicien.....	33
I.2.3-Le Silurien	34
I.2.4-Le Dévonien.....	34
I.2.5_Le Carbonifère	35
I.3 -Le Mésozoïque	36
I.3.1- Le Crétacé	36
I.4 - Cénozoïque	37
I.4.1-Le Néogène.....	37
I.5 -Quaternaire	37
I.5.1-Le Quaternaire Inferieur.....	37
I.5.2-Le Quaternaire Moyen	37
I.5.3- Quaternaire Supérieur	38
II-MAGMATISME	38

:

III- TECTONIQUE39

III.1 -Les Eléments Tectoniques.....39

III.1.1- Les failles39

III.1.2-Les dislocations disjonctives39

III.1.3-Les plis.....39

III.1.4- Les flexures40

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

I.GENERALITES44

I.1- Histoire Du Sig (Système D'information Géographique).....45

I.2-La Définition d'un SIG45

I.3-Les composant d'un SIG46

I.3.2- Matériel.....47

I.3.3- Données47

I.3.4- Utilisateurs48

I.3.5-Méthodes.....49

I.4- Représentation des données dans un SIG49

I.4.1-Mode raster49

I.4.2- Mode vecteur:.....50

I.5-Comparaison des modes vecteurs et rasters.....51

I.-6-Les domaines d'application du SIG52

I.7- Les avantages d'un SIG52

II. SIG SOUS ARCGIS53

II.1- Définition du logiciel Arc Gis 10.....53

II-2-Présentation du logiciel ArcGIS 1054

II.2.1- ArcMap	54
II.2.2-ArcToolbox	55
II.2.3-ArcCatalog	56

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'études

INTRODUCTION.....	59
-------------------	----

I. ETAPES SUIVIES POUR LE TRAITEMENT ET VECTORISATION DES CARTES

I.1- Rappels théoriques	59
I.1.1-Système de Coordonnées de Référence	59
I.1.1.a-Systèmes de coordonnées géographiques	59
I.1.1.b-Systèmes de coordonnées projetés	60

I.2-ETAPES DE VECTORISATION	60
I.2.1- Géoréférencement	60
I.2.2-Vectorisation d'une carte	65
I.2.2.a- Vectorisation surfacique « Polygone »	69
I.2.2.b-Vectorisation linéaire « Polygone »	70
I.2.2.c- Vectorisation l'information Ponctuelle (Point)	71

I.3Mise en page.....	73
----------------------	----

CONCLUSION GENERAL

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

Résumé

Dans le présent mémoire, on se propose de réaliser un Sig géologique et minier de trois feuilles au 1 /200 000 de la region de l'Ougarta qui sont L'Ougarta ,Beni Abbes et Oglet Beraber .Le travail consiste à extraire et mettre sous forme de couches d'information vectorielles l'ensemble des entités géologiques et géologiques (lithologie, magmatisme, tectonique et minéralisations) à fin de mieux appréhender et comprendre la répartition des minéralisations de la région étudiée.

Dans le but d'atteindre cet objectif, nous avons travaillé sur ARCGIS 10 : un logiciel SIG développé par ESRI et composé essentiellement de trois applications (Arcmap, Arccatalog et Arctolbox).

La vectorisation de nos feuilles permet de mettre en évidence la relation entre les différents affleurements et points minéralisés .

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

INTRODUCTION GENERALE

a-But et objectifs du travail :

La rareté de SIG en Algérie nous a conduit à élaborer un SIG de la région de l'Ougarta.

Le processus d'édification d'une carte avec un Système d'Information Géographique est beaucoup plus souple qu'une production manuelle ou automatisée. Il débute par la création de la base de données. Les informations existantes sur support papier peuvent être digitalisées et toutes les autres sources informatiques sont intégrées au sein du SIG.

La création des cartes et l'analyses géographiques ne sont pas des procédés nouveaux mais la production manuelle ou automatisée d'une carte géologique est pénible en termes de temps et de ressource (humaine et matérielle), ce qui nous a poussé à utiliser une approche plus simple et plus efficace voyant un système d'informations géographiques qui permet de transformer des cartes sous format raster en format vecteur passant par plusieurs stades (étapes).

Notre SIG appliqué à la géologie et la minéralisation de la région de l'Ougarta été établie a partir des feuilles Beni Abess ,Oglet Beraber, Oglet Mohammed et l'Ougarta a 1 /200000.

L'objectif est l'application des connaissances théoriques et pratiques acquises au cour de notre cursus universitaire sur les sciences de la Terre en général et les SIG en particulier dans le but de réaliser des cartes Géologiques SIG de notre région d'étude , cela passer par un Synthèse géologique et gitologique de toutes les feuilles au 1 : 200.000 de Ougarta , Benni Abbes et Oglat Beraber .

Le but essentiel de notre étude est donc la création d'un système d'information géographique réunissant et conservant un large ensemble de données quantitatives et qualitatives relatives à la géologie et la minéralisation de notre région d'étude dont l'utilisation nous permettra la présentation des informations collectées et organisées sous forme de couches d'informations vectorielles.

b-Méthodes et outils :

- Cartes géologique des indices (Benni Abess,Ougarta et Oglet Berraber).
- Documents de L'ORGM.
- Logiciel Arc gis.

c-HISTORIQUE DES TRAVEAUX SUR LA REGION :

Depuis longtemps la chaîne d'Ougarta a attiré l'attention des prospecteurs par la présence des minéraux utiles, principalement le cuivre, un grand nombre d'exploitations minières anciennes et des vestiges de l'activité métallurgique primitive en témoignent.

Avant 1924, l'étude géologique de la chaînes d'Ougarta a présenté un caractère sporadique. Dès les années vingt, dans différentes régions d'Ougarta travaillaient les premières missions géologiques (N. MENCHIKEFF M. MEYADORFF et d'autres) qui s'occupaient des problèmes de la géologie régionale ou des questions spéciales.

Les plus anciens travaux parurent en 1903 — 1902. A cette période E.F. Gautier établit pour la première fois une carte schématique géologique de la chaînes l'Ougarta (Saoura, Daoura, Kehal Tabelbala) au 1/ 100 000, représentant d'une façon assez exacte la structure géologique de la région.

E. Hang (1908) mit en évidence la présence des dépôts dévoniens carbonates terrigènes dans la vallée de la Saoura.

A la suite des travaux réalisés par N.MENCHIREFF (1924, 1928, 1930,1933, 1949 et 1952) a été élaborée la stratigraphie des " Grés d'Ougarta en les rapportant au Cambro-Ordovicien. Il éclaire les particularités de la structure tectonique de ces formations et fit l'étude des terrains alluviaux.

La stratigraphie et la tectonique de la région faisaient l'objet des ouvrages de A. NEMO (1928, 1930, 1945), A. PONEYTO (1950, 1951, 1952, 1958), D. MAITRE (1952), M. MEINDRE (1951 - 1955). Les résultats de leurs recherches se traduisent par la série des coupes d'appui lithostratigraphiques des formations cambriennes, ordoviciennes, siluriennes et dévoniennes.

C'est encore eux qui attribuèrent l'egn hercynien aux plissements caractéristiques de ces roches.

Dans les années cinquante le Service Géologique d'Algérie sous la Direction de G. CHOUBERT établit et édita pour la première fois la carte géologique de l'Algérie au 1 : 500 000. Malgré quelques défauts (caractères schématiques, structure tectonique peu détaillée, légende imparfaite cette carte reste jusqu'à présent la seule base géologique permettant la planification et l'orientation des travaux de recherches ultérieurs.

En 1952 un groupe de géologues sous la Direction de M.MENCHIKEFF publia la monographie (Alger, 1952 NIS, 1ère série) traitant les problèmes de la stratigraphie, de la tectonique et en partie, du magmatisme des chaînes d'Ougarta. Une attention particulière y est prêtée à la subdivision des sédiments siluriens et dévoniens et aux corrélations des terrains de diverses régions, ainsi qu'à l'étude des terrains quaternaires et actuels. Pour la première fois, la monographie présente des associations de faune types du Paléozoïque (à partir du Cambrien jusqu'au Carbonifère inclus) et du Quaternaire moyen. Ces matériaux peuvent être utilisés avec une sureté suffisante pour

la subdivision et les corrélations des séries Paléozoïques et Méso-cénozoïques au cours des travaux de recherches et de levé au 1 200 000.

Un grand intérêt présentent les travaux des spécialistes pétroliers :

M. Gomez - Silva (1963), Ph. LEGRAND (1961-1966), K. PAREYN (1960) G. CONRAD (1969) et d'autres.

Les auteurs établirent pour la première fois les échelles stratigraphiques et les schémas de corrélation des sédiments Cénozoïques, décrivent la composition lithologique des roches et précisèrent certaines limites stratigraphiques.

Leur schéma stratigraphique de subdivision des formations paléozoïques a été adopté comme un document de travail principal au cours du 2ème colloque stratigraphique (Pc32a . 1962) De 1967 à 1971 ont apparus les travaux de G.A. Blès (1967) M. Donzeau (1971 — 74), M. CHIKHAOUI (1971- 74), R. Caby (1970) contenant l'analyse des structures plicatives et disjonctives de Chaînes de l'Ougarta.

Une grande contribution à l'étude de la tectonique, de la stratigraphie et de la pétrologie des formations précambriennes (Protérozoïque supérieur) a été apportée par les travaux de R. Caby (1970) M. Chikhaoui (1971 -1974), qui présentent le schéma de leur subdivision.

Les résultats des recherches menées au cours de plusieurs années et concernant la pétrologie du Précambrien des Chaînes d'Ougarta sont exposés dans la thèse de Chikhaoui (1974).

Pendant la même période un groupe de géologues de l'Université d'Alger (M. Chikhaoui, M. Donzeau, 1971 - 1974 et d'autres) poursuivait les travaux de de recherches et de levé au 1 : 200 000 sur le territoire des feuilles "Ougarta", "Tabelbala", "Ben Zohra". La notice explicative (cartes géologiques étant encore non publiée) contient l'analyse des problèmes de la stratigraphie, de la tectonique et du magmatisme .

En 1971 a été publiée la monographie, géologie et possibilités

pétrolifères et gazifères du SAHARA Algérien (M. Aliev, O. Mkrtchian, A. Said et d'autres), qui présente est la synthèse des matériaux géologie-géophysiques concernant un vaste territoire du Sahara algérien, ainsi que les caractères lithologiques et stratigraphiques des formations précambriennes, Paléozoïques et Mésozoïques. Les auteurs traitent même les questions de l'évolution tectonique et des possibilités pétrolifères et gazifères du territoire en question.

Une synthèse sur les minéraux utiles de la région contenant une brève description de certaines indices a été faite par M. Gouin (1953 -1954).

Les connaissances disponibles concernant plusieurs indices connus depuis longtemps et même soumis à la prospection (Tacrour, Ben Tadjine et d'autres) sont fragmentaires ou absentes.

En 1976 l'équipe d'Ougarta (SONAREM) (L. FCHENITCHNY) et a réalisé les travaux de reconnaissance — révision, couvrant la surface des feuilles; NH-30 — IX, X, XI, XVI, XVII, XXII, XXIII, sur les indices de cuivre, plomb, baryte, argiles kaoliniques. A la suite de ces travaux des recommandations concrètes ont été données visant à

l'étude détaillée des indices de Grouz, Bou Kasis, Daissa, DlaatSekka, Ben Tadjine, Tabelbala et d'autres.

En 1977 - 78 l'équipe d'OUGARTA (SO.NA.RE.M) continuait les recherches systématiques au 1 : 200 000 dans la partie Nord de la feuille "OUGARTA" (NH-30-X), les résultats sont exposés dans le rapport correspondant NIRONOV et d'autres, 1978).

En 1977 - 78 le groupe de Vérification de SO.NA.RE.M (Y.IVASKO et a effectuait des recherches géologiques et géophysiques sur les anomalies décelées au cours de la mission aéroportée dans le périmètre des feuilles "OUGARTA" NH-30-X), "TABELBALA"(NH-30-IX) et,"Oglet Beraber"(NH-30-XV).

Ces travaux ont permis de déterminer la nature des anomalies aéromagnétiques, d'évaluer les possibilités manganifères de la région (présence de minéralisations de type de GUETTARA) ainsi que le rapporter des anomalies radiométriques aux grès quartzites reposant dans la partie moyenne de la coupe de l'Ordovicien inférieur.

En général, malgré l'étude complète; apparente de ce territoire, plusieurs région de la chaine de l'Ougarta restent peu étudiées et recherchées jusqu'à présent (feuille "TABELBALA" OGLAT Mohammed "et d'autres ce qui rend difficile d'estimer les possibilités en minéraux utiles de l'ensemble de territoire.

D_ PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE :

-SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Le présent travail s'inscrit dans la plate-forme saharienne, plus précisément dans les monts d'Ougarta qui font partie intégrante du Sahara nord-occidentale Algérien et ses environs en qui s'intègre dans le contexte gondwanien. Elles correspondent à une large bande grossièrement orientée NW-SE, distante à environ 250km au Sud de la ville de Béchar (fig1). 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

Touareg.

Les Monts d'Ougarta sont limités au Nord par la Hamada du Guir ; au Sud-Ouest par les Ergs Chech et Iguid ; au Nord-Est par le grand Erg occidental et au Nord-Ouest par le plateau de Kem-Kem.

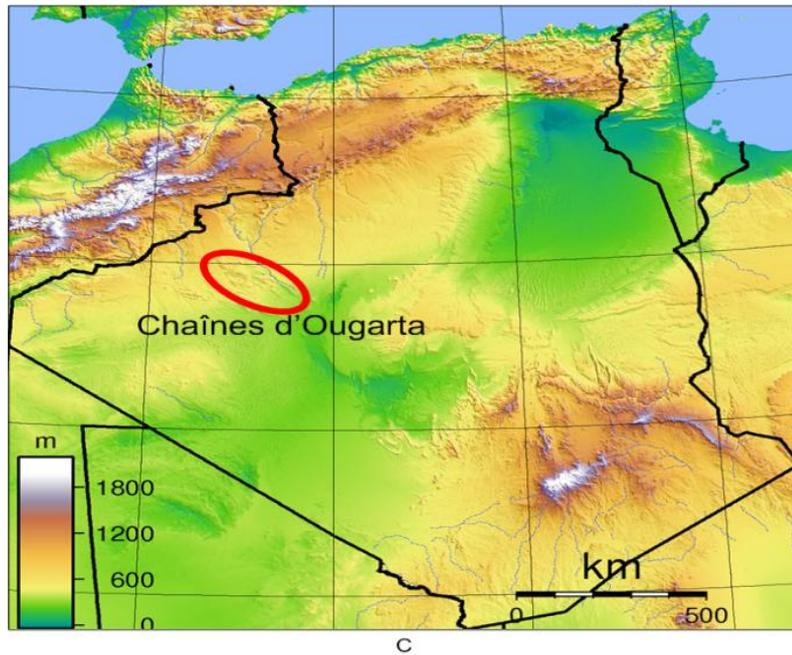


Figure 1: Situation géographique de la chaîne de l'Ougarta en Algérie.

Notre région d'étude est représentée par trois feuilles à l'échelle de 1/200.000 ayant les coordonnées géographiques suivantes :

REGION	longitude	latitude
OUGARTA	2°_3°	29°_30°
BEENI ABBES	2°_3°	30°_31°
OGLAT BERABER	3°_4°	30°_31°

Tableau 1 : Coordonnées géographiques de notre région d'étude.

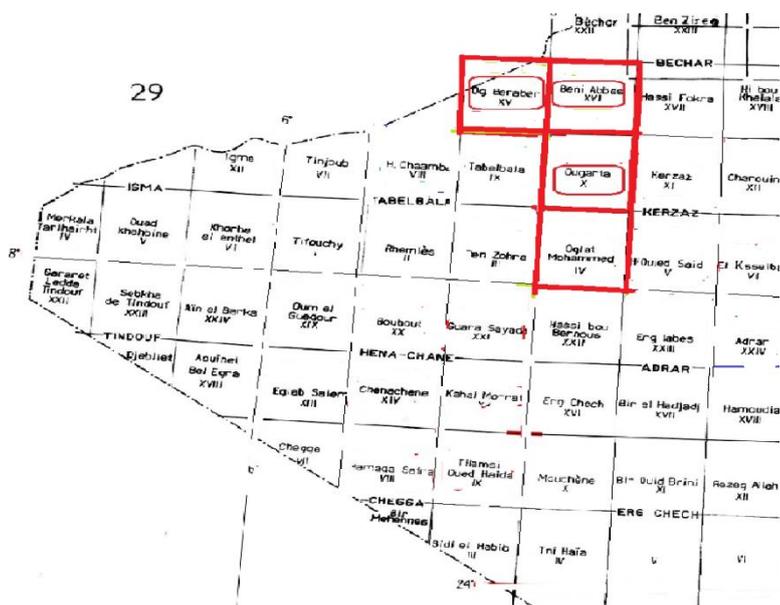


Figure 2 : Situation géographique de notre région d'étude.

-Climat, faune et flore :

La région de l'Ougarta dispose d'un climat désertique chaud (classification de Köppen BWh) typique du Sahara avec des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts et très doux. Le climat y est largement hyper-aride et extrêmement sec toute l'année puisque les précipitations annuelles moyennes sont environ de 36 mm. La sécheresse y est encore plus accentuée durant l'été, où l'on enregistre 0 mm de précipitations entre juin et août. À des occasions exceptionnelles, des orages violents peuvent se produire à cause de masses d'air plus frais venant du Nord qui rencontrent les masses d'air brûlant venues directement du désert surchauffé pendant la journée. En été, la chaleur est extrême et prend un caractère persistant : les températures moyennes maximales sont supérieures à 44 °C en juillet (le mois le plus chaud) mais tournent plutôt autour de 45 °C entre juin et septembre. Les températures sont agréables et modérément élevées en hiver mais seulement la journée car dans les étendues désertiques, il n'y a rien pour retenir la chaleur et les températures minimales moyennes avoisinent 4 °C. Le ciel est dégagé et clair toute l'année et les journées couvertes restent très rares, si existantes. La température moyenne journalière annuelle avoisine 24,3 °C .

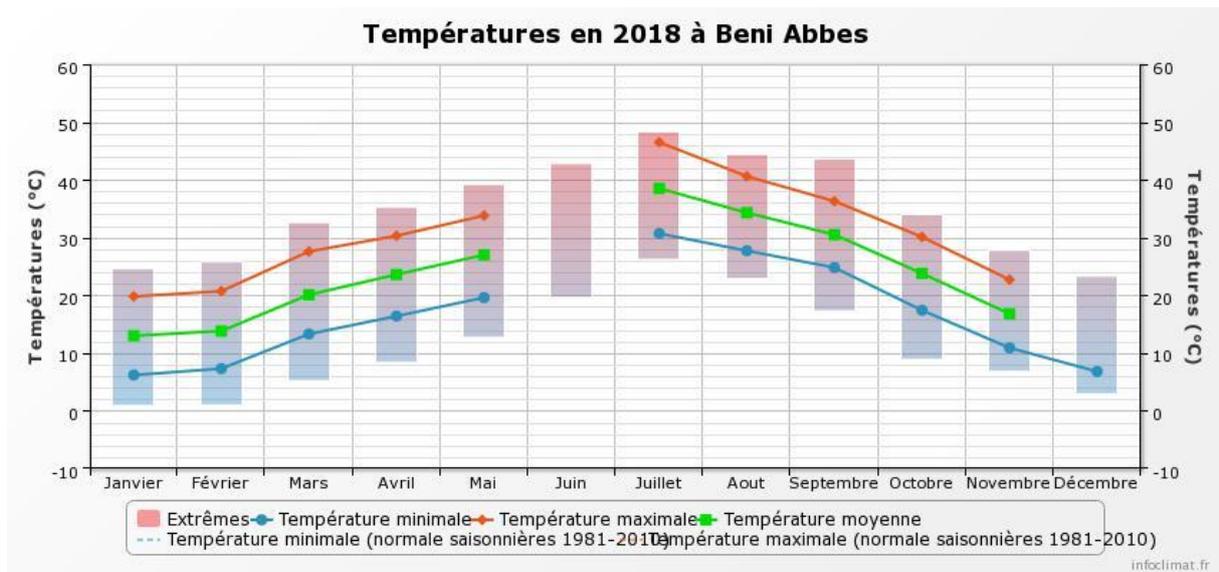


Figure 3:Température à Béni Abess

La végétation est représentée que par les palmiers et d'autres plantes fruitières localisées dans la vallée de la Saoura et sur les terrains irrigués.

Le règne animal est assez diversifié, mais les représentants des espèces différentes son plus nombreux. En hiver les reptiles et les araignées n'apparaissent presque pas.

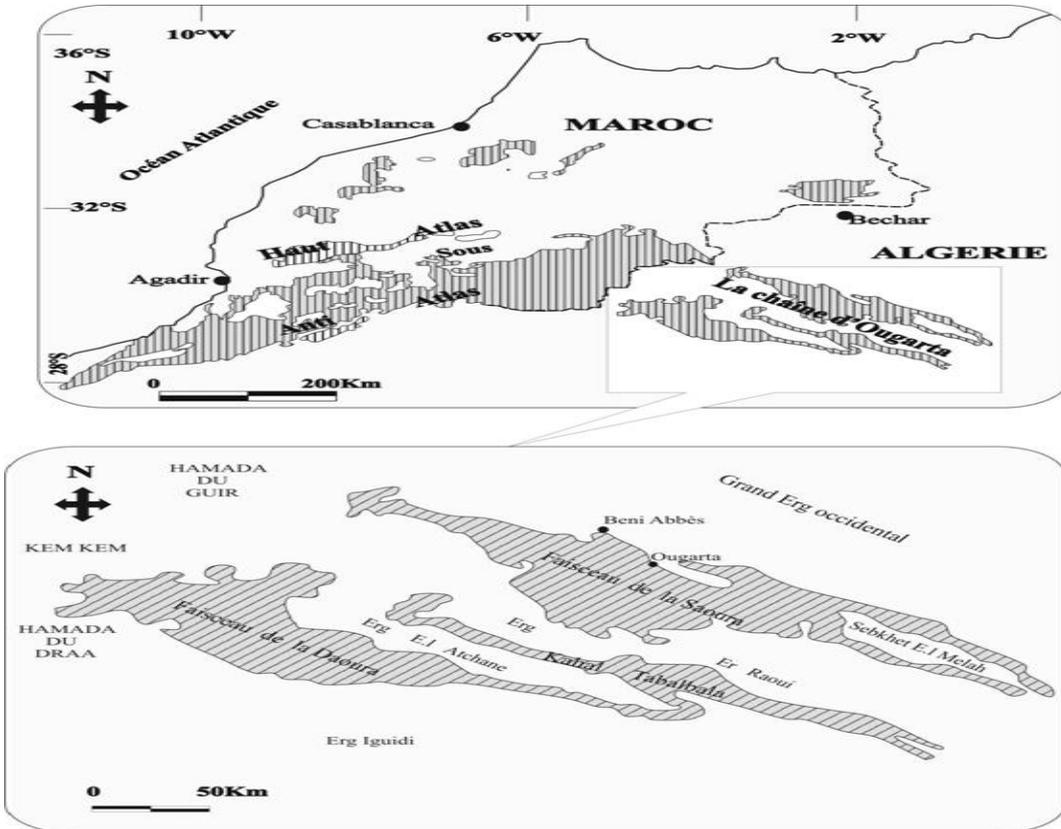


Figure 4: Faisceau de la Saoura et de la Daoura(D'après AIT OUALI R. & NEDJARI A. (2006))

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONAL

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

I- INTRODUCTION :

La chaîne de l'Ougarta s'est érigée sur l'emplacement d'un ancien sillon subsidient qui borde à l'Est la marge du Craton Ouest Africain (Fabre, 1969). Elle a été affectée au cours de l'orogénèse hercynienne par des plissements de direction majeure NW-SE et E-W, engendrés par les grandes fractures du socle dont le jeu est essentiellement vertical (Donzeau, 1972). Elle se subdivise, suivant une direction NW-SE, en deux faisceaux séparés par l'Erg-er-Raoui: le faisceau de la Saoura au NE et le faisceau de la Daoura au Sw . (fig 4).

L'Ougarta est une chaîne chevauchante à faible raccourcissement, ordonnée du NE vers le SW, dans laquelle cinq unités ont été individualisées : deux pour le faisceau de la Saoura; deux pour le faisceau de la Daoura ; une dernière, enfin, représentant l'autochtone ou l'avant-pays de la chaîne (Hervouet et Duee, 1996).

Les Monts d'Ougarta correspondent à une structure subsidente, allongée et

Le jeu des accidents, qui accompagnent les mouvements de déformations découpent l'aulacogène « Anti-Atlas/Ougarta » en systèmes losangiques (Donzeau, 1974). Ce découpage est réalisé par des mouvements de décrochements sénestres, analogues aux principaux décrochements du Précambrien de l'Ahaggar (Cabin Abbache, 2001) Lochkovien (Hollard, 1970), les variations de faciès traduisent des mouvements plutôt verticaux, épirogéniques qu'une vraie orogénèse. Cette tectonique provoque également des lacunes de quelques étages dans certaines régions et le développement des récifs sur les zones hautes, tandis que se creusaient les sillons de l'Anti-Atlas et de la Saoura (Wendt, 1985).

Sur le plan morphologique, la chaîne de l'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 Sud oriental de l'Anti-Atlas marocain alors qu'au sud, ils prolongent en direction du bouclier de Touareg.

II- LITHOSTRATIGRAPHIE :

II.1-les formations ante-Paléozoïques :

La région de l'Ougarta est l'une des rares régions du Sahara où le Paléozoïque affleure de façon continue du Cambrien au Carbonifère, Le Mésozoïque et le Cénozoïque et le Quaternaire sont aussi représentés. Les séries reposent sur un substratum de nature variée dont les affleurements sont cependant discontinus (donc nous parlerons essentiellement du Paléozoïque).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

II.1.1- Le substratum ante Paléozoïque :

Ce substratum, dans la chaîne d'Ougarta, est très peu représenté. L'exception des affleurements de Sebkha El Mellah et de Damrane à BenTadjine, partout ailleurs il est recouvert par les formations quaternaires. Quelques sondages miniers peu profonds apportent des informations.

Il est bien décrit par Caby (1967, 1970, 1983). Ces descriptions sont reprises par Remichi (1987), Bouima (1986), (Aït Kaci Ahmed, 1990) auxquels nous emprunterons de larges extraits. Ces auteurs y reconnaissent : une série flyschoïde, une série volcanique, un conglomérat de base ou de Ben Tadjin.

-La série flyschoïde :

Dans le Ben Tadjine, cette série est une alternance de bancs centimétriques de quartzites et d'argiles rougeâtres. Plus à l'est, le substratum est représenté par un affleurement très réduit de schistes bruns avec des plans de schistosité verticaux. Ils sont recoupés par un sill de roches acides. A l'entrée de Saheb El Ghessal, à l'ouest de la limite du massif volcanique de Damrane, des schistes verdâtres affleurent modestement.

-Le série volcanique :

Le substratum des formations sédimentaires paléozoïques comprend aussi un complexe volcanique en boutonnières à travers la chaîne. Leur orientation correspond sensiblement à celle de la chaîne.

Dans le faisceau de la Saoura, cette série volcanique affleure dans des cœurs de boutonnières anticlinales : Bet Touaris, Bou kbaisset et Sebkha El Mellah du NW au SE.

Ce substratum volcanique est composé de deux formations : une formation andésitique et basaltique surmontée par une formation rhyolitique et ignimbritique. Ces deux formations n'apparaissent superposées qu'à Oued Damrane dans le faisceau de la Daoura. Ailleurs, nous ne retrouvons la formation basale qu'à Sebkha el Mellah et la formation supérieure à Bou Kbeisset et Bet Touaris.

-Le conglomérat de base ou de Ben Tadjine :

Il s'agit de sédiments détritiques grossiers, essentiellement des conglomérats, entre le substratum, volcanique ou volcano-sédimentaire, et les premiers dépôts sédimentaires gréseux à stratifications obliques cambriens. Ils sont très bien représentés dans le faisceau de la Daoura et couvrent de grandes surfaces (Chikhaoui et Donzeau, 1972, Aït Kaci Ahmed, 1990, Bouima et Mekkaoui, 2003; Preidel, 1985). Dans le faisceau de la Saoura ce conglomérat est signalé localement avec une faible épaisseur.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

II.2-Le Paléozoïque:

Les deux grands cycles sédimentaires dans le remplissage paléozoïque de l'Ougarta :

Sur la base de critères séquentiels, de l'importance et de la signification des discontinuités, nous avons été amenés à distinguer deux grands cycles sédimentaires dans le remplissage paléozoïque de l'Ougarta :

- un cycle détritique grés-quartzitique attribué au Cambro-ordovicien;
- un cycle marin du Siluro-Dévonien;

II.2.1- Le cycle cambro-ordovicien :

Ce premier cycle, ou Grés d'Ougarta des auteurs, a été depuis longtemps attribué au Cambro-Ordovicien en raison de la rareté des fossiles et de sa position sous le Silurien daté. Avec les travaux de Gomez-Silva et al. (1963) et ceux des compagnies pétrolières (1964), une subdivision est rendue possible par la découverte du graptolite *Dyctyonemaflabelliformis* qui indique la partie inférieure du Trémadoc, la distinction entre le Cambrien et l'Ordovicien devient possible. La limite entre les deux ensembles est fixée avec un niveau à lingules, épais de quelques centimètres et rarement visible.

-le cambrien :

Le Cambrien de la chaîne d'Ougarta est relativement bien connu. On y distingue deux formations d'une épaisseur totale de 500 m environ :

Une formation basale ou «Arkoses de Sebket El Mellah» des grés arkosiques clairs avec des rides de courant, des stratifications obliques témoignent par la suite d'un environnement littoral ou du moins d'une influence marine certaine.

La fin de cette formation est marquée par une ferruginisation importante affectant des bancs riches en tigillites (dalles à lingules)

- la deuxième formation ou Quartzites de Ain En Nechéa est nettement plus développée. Elle est constituée de deux membres : un membre inférieur argilo silteux puis gréseux. Sa limite inférieure correspond à une rupture lithologique entre les arkoses et les argiles silteuses. Dans le détail on note la persistance des stratifications obliques et l'enrichissement en tigillites dans les niveaux gréseux.

- le membre supérieur grés-quartzitique constituant la deuxième corniche.

-Ordovicien :

Il se présente sur toute la superficie de la chaîne d'Ougarta. Il repose en discordance sur la "Formation d'Aïn Necha". Il s'agit de matériaux silico-clastiques avec des occurrences carbonatées. En général, ces dépôts traduisent un approfondissement vers le Sud-Est de la zone de suture. Leur épaisseur varie de 1100m à 1250m, tandis que vers le Nord-Ouest, leur épaisseur varie de 150m à

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

340m. Vers la fin de l'Ordovicien, une glaciation a été définie par ARBEY (1968, 1971 et 2006). Dans la région de l'Ougarta, l'enchaînement lithostratigraphique de ces dépôts révèle cinq formations qui sont de bas en haut

- Formation de Foug Tineslem". Elle est formée par des argiles, à intercalations de siltstones et des lentilles de calcaires gréseux renfermant des brachiopodes, des trilobites et des graptolites. Elle est coiffée par un niveau oolithique ferrugineux. Son épaisseur varie de 40m à 200m.
- Formation de Kheneg El Aetène". Elle a été définie dans la région de Kheneg El Aetène. Cette formation est constituée de grès quartzeux avec des intercalations à passées argileuses. Leur épaisseur varie entre 40m à 300m.
- Formation de Foug El Zeidya". Cette formation, est épaisse de 30 à 300m. Elle correspond une alternance d'argiles d'aspect schisteux, de grès quartzeux, de grès ferrugineux et des calcaires fossilifères sous forme de miches. cette formation se termine par un horizon ferrugineux
- Formation de Bou M'haoud". Elle se compose de grès quartzeux en plaquettes, intercalés de schistes et de calcaires lenticulaires.
- Formation de Djebel Serraf ,elle repose par l'intermédiaire d'une surface de ravinement sur la formation sous jacente.

Elle débute par un niveau conglomératique ferrugineux surmonté par des grés. Son sommet est représenté par des dépôts glaciaires : des argiles micro conglomératiques dites d'El Kseib et les grés de Ksar Ougarta .

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

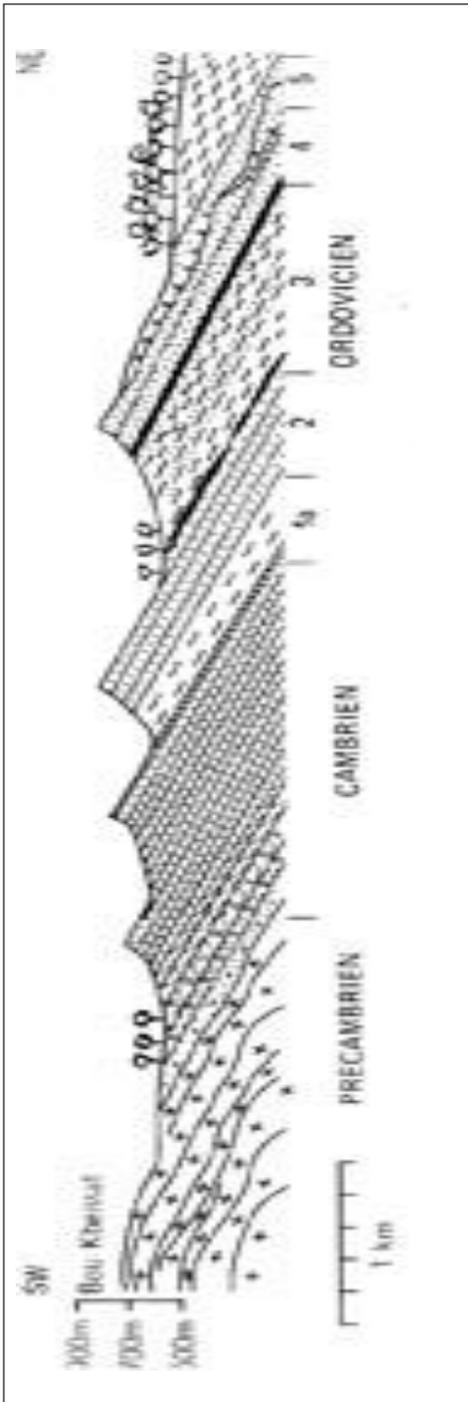


Figure 5 : Coupe schématique du Cambrien et de l'Ordovicien au Khneg Et Tlaia. (d'après Fabre, 1976, 2005).

1, argiles de FomTinslem reposant sur la « dalle à lingules » (Clay of FomTinslemoverlying the "Lingula flags"). 1a.

2, grès de Khneg El Aaten (Arenig); l'horizon ferrugineux du sommet n'est pas visible partout (sandstone of khneg El Aaten (Arenigian); Ferruginous layer on the topcan'tbeseeneverywhere).

3, argilo-gréseux de FomZeidiya : Arenig supérieur pour le membre inférieur argileux, très fossilifère, Llanvirn pour le membre médian grésomiacacé; le membre supérieur, argilo-gréseux puis gréseux se termine par un horizon ferrugineux; il est mal daté (Clay-sandy of FomZeidiyaUpperArenigian for the fossiliferousclayeylowermember. Llanverirnian for the mediansandymicaceousmember, the uppermember, clayeysandythensandy, ends with a ferruginous layer, and itisundated).

4, argilo-gréseux à croûtes ferrugineuses de Bou M'Haoud (Llandeillo, Caradoc ?) (Clay-sandywithferruginouscrust of the Bou M'Haoud(LlandeillianCaradocian)).

5, formation glaciaire du djebel Serraf (Caradoc) (Glacial formation of Djebel Serraf (Caradocian)).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

ETAGE	AGE (M.A)	Region OUGARTA
ASHGIL (Ashgillien)	435	Ksar d'Ougarta ou Djebel Serraf
CARADOC (Caradoc)	445	Bou-M'haoud
LLANDEILO (Llandeilien)	455	
LLANVIRN (Llanvirnien)		FoumEz-Zeidiya
ARENIG (Arénigien)	470	Kheneg El-Aatène
TREMADOC (Trémadocien)	485	FoumTineslem (Dalle à <i>lingule</i>)

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des principales subdivisions lithostratigraphiques des formations ordoviciennes (FABRE, 2005).

II.2.2-Le cycle Siluro-Dévonien :

Ce cycle est nettement plus imposant avec ces 3000 m d'épaisseur par rapport au précédent réduit à quelques 1000 m.

-Le Silurien :

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

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

-Le Dévonien :

Le Dévonien d'Ougarta est essentiellement marin et épais de 2500 m environ. La sédimentation y est continue et il peut, de ce fait, constituer une série de référence (Fabre, 1976, 2005)

Le passage Silurien – Dévonien est très peu marqué. En effet, les similitudes des faciès du Silurien terminal et la base du Dévonien ne permettent pas de tracer une limite nette. Traditionnellement les auteurs placent cette limite au-dessus du niveau à Scyphocrinites. Actuellement, elle est fixée avec l'apparition du Graptolithe *Monograptusuniformis* (ICS 2000).

La coupe type du Dévonien de l'Ougarta peut s'observer dans la région de Oued Ali où affleure la totalité du Silurien et la zone de passage vers le Dévo- nien. Après une série de replis nous passons à la formation des argiles gréseuses de Dkhissa.

Les principaux affleurements du Dévonien se situent dans la région d'Ougarta-Zeghamra, au point dit "Km 30" et dans la région de Merhouma. Il est subdivisé en six (sept) formations :

- 1°) Formation argilo-silteuse de Zemlet .
- 2°) Formation argileuse du Saheb El Djir .
- 3°) Formation gréseuse de Dkhissa .
- 4°) Formation argilo- gréseuse de l'Oued Tifergunit.
- 5°) Formation de calcaire de Chaffer El Ahmar.
- 6°) Formation argilo- gréseuse de Marhouma.
- 7°)(Formation de Oued Ali).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

J. Fabre 1976		N. Maache 1987		Boumendjel 1997	
D E V S U P	Fammenien	Formation des grès de Marhouma	Strunien	Formation de Marhouma	Fammenien
	Frasnien	Formation Argilo-calcaire de Tamertasset	Fammenien	Formation de Chaffar Lahmar Formation de Tiferguenit	Frasnien. sup Emsien sup. Praguien sup.
D E V M O Y	Eifelien	Formation argilo-calcaire supérieure	Frasnien-Givetien-Eifelien.	Formation de D'khissa	Lockovien sup. et Praguien
		Formation argilo-gréseuse inférieure	Emsien	Formation de Saheb El Djir	Lockovien Inf et sup.
D E V I N F		Formation argilo-calcaire supérieure	Siegenien. sup.	Formation de Zeimlet	Lockovien inférieur
		Formation greso-calcaire médiane	Siegenien. moy	Formation de Oued Ali	Lockovien inf-Pridoli
		Formation argilo-gréseuse inférieure	Siegenien. inf		

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des subdivisions essentielles dans le Dévonien de le Saoura.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

Stratigraphie		Colonne lithologique	Observations	Site d'observation	
Paléozoïque	Dévonien supérieur	Strunien	Grès et argiles à pistes de vers "cone-in-cones" et des terriers.	Foum El Aribi, Marhouma et Ouerourout	
		Lacune de visibilité			
	Dévonien moyen	Famennien	Argiles gris-noir		
		Frasnien	Rides de courant, argiles et carbonates		
		Givétien	Surface perforée		
	Dévonien inférieur	Eifélien	Faciès griotte caractéristique, riche en goniatites de petites taille, ferruginisés Et à trilobites.		Coupe du Km30 et Djebel Hèche
		Formation du Chefkar el Ahmar			
		Enmsien	Niveau F.B.V		
		praguien	Barre C		
		Formation du Teferguenit	Barre B		
	Silurien supérieur	Formation du Saheb el Djir	Barre A	Barre repère de calcaire entroquitique à Orthocères	Coupe de l'Erg el Djemel
		Formation du Zeimlet		Grès ferrugineux à Brachiopodes.	Coupe de l'Oued Ali
	Ordovicien	Formation d'Oued Ali		Calcaire bleu à orthocères	Coupe de la route d'Ougarta et Djebel Hèche
		Formation du Djbel Serraf			Village d'Ougarta
		Formation du Bou M'houed		Ensemble de grès plus grossières avec niveau conglomératique a la base.	
	Précambrien	Formation des argiles du Foum Zeidya		Discordance de ravinement glaciaire (non visible). Barre massive de grès quartzitique.	Kheng El Tlaïa et Djebel Boukbaisset
Formation des grès quartzitiques du Kheng el Aatène			Alternance d'argile de paracycle silto-gréseux à sommets lumachelliques. Localement niveau à miches calcaires.		
Formation des argiles du Foum Tineslem			Niveau repère: minéral d'El Aatène grès quartzitique, massif à nombreuxtigillites métriques, phénomène de ferriginisation et pseudonodules à la base	Kheng El Aatene	
Dalle a <i>Lingules</i>			Argiles vertes et jaunes à niveaux carbonaté et passées de grès ferruginisés		
Précambrien	Formation des grès d'Ain Nechea		Dalle à <i>Lingules</i> Dalles à <i>Lingules</i> ferruginisée Grès quartzitique, blanc a rose - présence de Tigillites et Interlits de grès à feuillets obliques. Grès de couleur verdâtre à litages plans	Djebel Boukbaisset et Sebkhata el Mellah	
	Formation des grès arkoziqes des Sebket el Mellah		Grès arkoziqes à structures feuillets (chenaux) de couleur rose violacée		
	400m Socle 200m Om		Rhyolites et ignimbrites à aspect en boules. Niveau a minéralisation de calcites, filons de quartz.	Djebel Boukbaisset et Sebkhata el Mellah	

Figure 6 : log récapitulatif des formations du Paléozoïque jusqu'au Dévonien(D'après FABRE, 2005).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

II.2.3- Carbonifère :

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

II.3- le Mésozoïque / Cénozoïque :

Les formations du Mésozoïque et Du Cénozoïque sont représentées respectivement par le Crétacé qui est réparti exclusivement dans la partie ouest et sud-ouest de Oulet berraber, et du Néogène qui forme la hamada du guir dans les feuilles de Benni abbes et Oulet berraber. Se trouve aussi à l'ouest de Oulet Mohamed et au nord est de de l'Ougarta.

Ils reposent en discordance stratigraphique et angulaire sur les différents dépôts du Riphaen jusqu'au Crétacé

II.4-Le Quaternaire :

Les dépôts du Quaternaire recouvrent toutes les formations des âges précédents évoqués et sont principalement répartis dans les Vallées des Oueds.

III - MINERALISATION :

III.1- Minéraux utiles :

La région de l'Ougarta possède un nombre d'indices des Métaux ferreux, précieux et des substances utiles métalliques et non métalliques on y trouve :

- 1- gîtes de manganèse (Guettera, Bouksaïb et Tibalicine)
 - 2- Les gîtes de cuivre généralement associés à Pb, Zn, Ag et (Au),
 - a- Cu stratiforme : (Ben Tadjine, Draa el Kelbat, Ber bouchi, masder....)
 - b- Cu stratoïde type redbed volcanique: Rahman et Laadjel
 - c- Cu en dissémination dans les R*volcaniques: Damrane, oukais, Sebkhate el mellah,
 - 3- Les gîtes de Fer : Nif Khroufi, PK de Bechar, indice de la galerie
- En ce qui concerne les substances non métalliques on peut citer
- 4- Les gîtes de Barytine : Draïssa, Zeghama, Guelb en Nehas, Oued Sebat et Oued sdar.
 - 5- Les gîtes de Kaolin : Ougarta et Makhlouf.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

III.1.1-Substances métalliques :

Les minéralisations de fer, manganèse, cuivre sont les plus nombreuses dans la région .

Dans la région on connaît des indices de fer de deux types génétiques différents : Sédimentaire et hydrothermal de basse température

-Les indices de fer sédimentaire :

Ils se localisent surtout dans l'Ordovicien. On peut les observer en affleurement à la base des assises Foum Tineslem1), Kheneg El Aatène (S 1-2) Foume Zeidiya (S 2-4) 9 Djebel Serraf (S 5). L'horizon le plus productif est celui de la base de l'assise Foume Zeidiya, qui affleure à Kheneg Et Tlaia, Kheneg El Aatène, El Ksaib et El Mezdar. D'après les données du B.R.M.A. il est constitué d'argilites et aleurolite shématitisées et de fines oolites de goethite-limonite. L'épaisseur de l'horizon varie de 2 à 6 m .

La teneur en fer dans les minerais varie de 21,29 % à 46,9 % (M. Gouin, 1954). Les réserves de fer sur l'aire d'El Mesdar constituent 40 - 50 Millions de tonnes (Meindre, 1954). Les autres horizons ferrugineux sont représentés par des grès et des quartzites-grès enrichis à divers degré par les hydroxydes de fer.

-Les indices de fer hydrothermaux :

Ils se localisent dans les zones de broyage, de bréchification et de quartzification. La concentration en fer dans ces zones ne dépasse pas 4 - 5 % et atteint parfois 10 - 11 %. Le fer est souvent en association avec le manganèse, parfois avec le plomb, le zinc, le cobalt, l'arsenic et le cuivre, la concentration de ces éléments est important et ne présente pas un intérêt pratique. 11 %. Le fer est souvent en association avec le manganèse, parfois avec le plomb, le zinc, le cobalt .

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

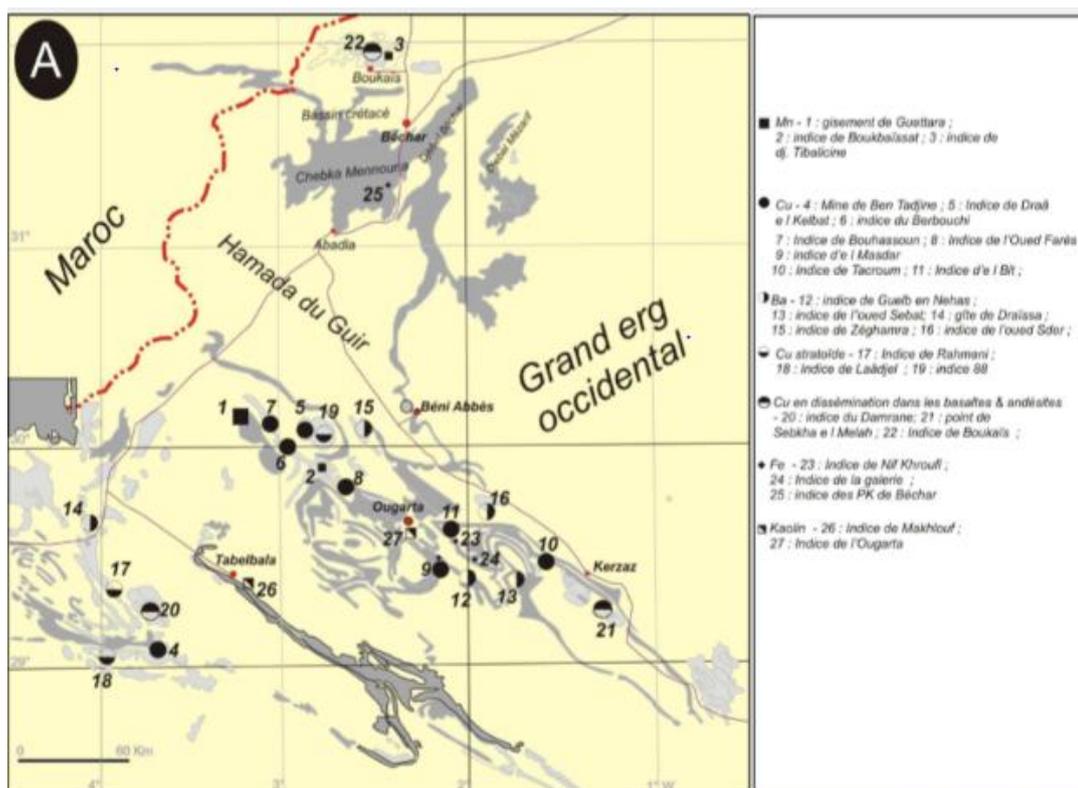


Figure 07 : La minéralisation dans la région de l'OUGARTA

III.1.2-Manganèse :

Les indices de manganèse ont une grande extension. Ils sont différents d'après leurs dimensions, leurs teneurs en métal et leur genèse. Ils sont encaissés dans les formations filoniennes dans les terrains cambriens, le ciment de remplissage des vides dans les dépôts des Cénomaniens - Turoniens (Kerdacha) et dans les conglomérats du Lias, ainsi que les formations sédimentaires post-volcaniques renfermées dans les rhyolites et les tufs infracambriens (Guettara).

Tous les indices nommés ci-dessus, sauf le dernier, ne peuvent pas, selon leurs dimensions, représenter un intérêt industriel.

- Le gîte de manganèse de Guettara

Dans le massif de Guettara affleure une minéralisation à Braunite-Hausmannite -Psilomélane accompagnée de silicates de manganèse et de calcium, elle représente une minéralisation de type skarn. Cette minéralisation à manganèse est toujours accompagnée par une minéralisation épithermale, représentée par de la Tilasite $[CaMg(AsO_4)F]$ qui donne un cachet métallo-génique particulier à cette région. La minéralisation est encaissée dans les formations volcano- sédimentaires du Protérozoïque supérieur.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

Les réserves du gisement de manganèse de Guettara sont estimées à environ 1,5 millions de tonnes à 42% Mn.

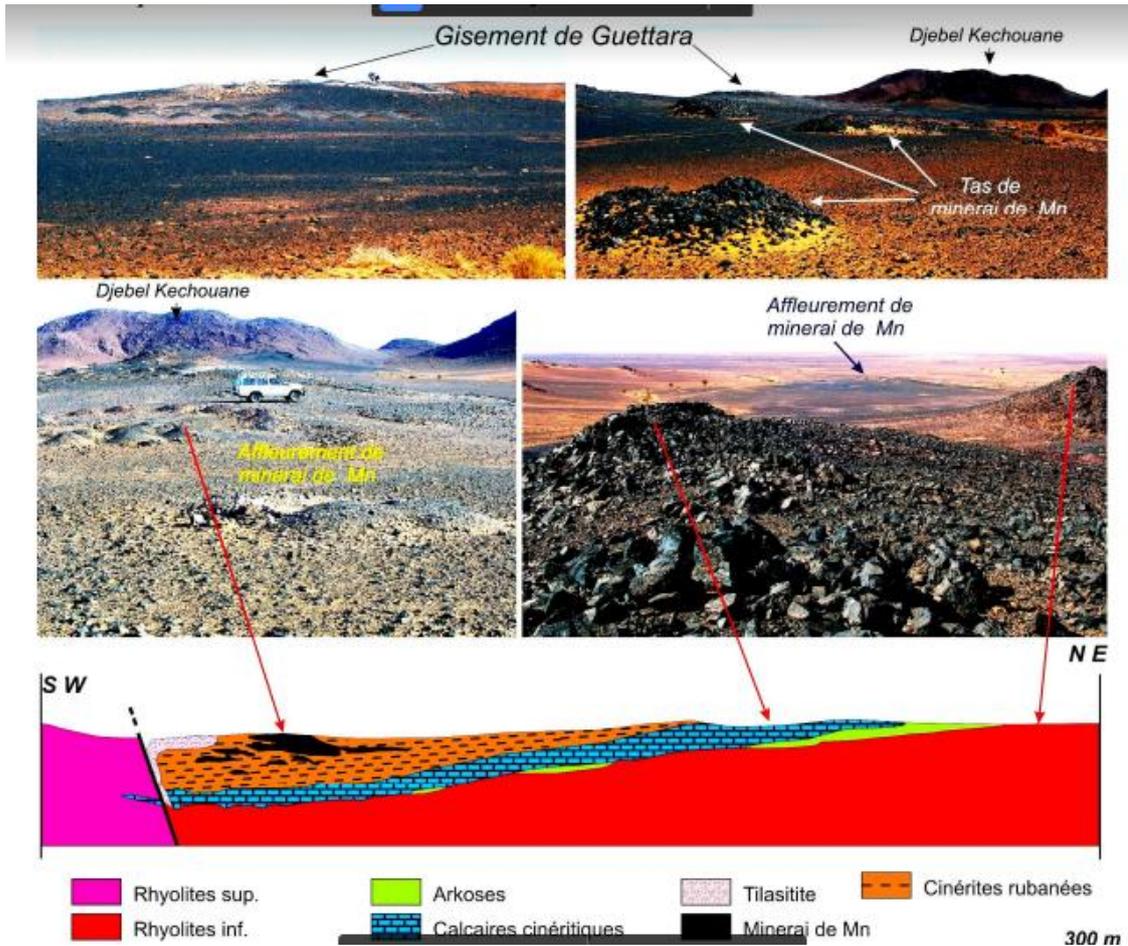


Figure 8 : Vue du Gisements de Manganèse de Guettara

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

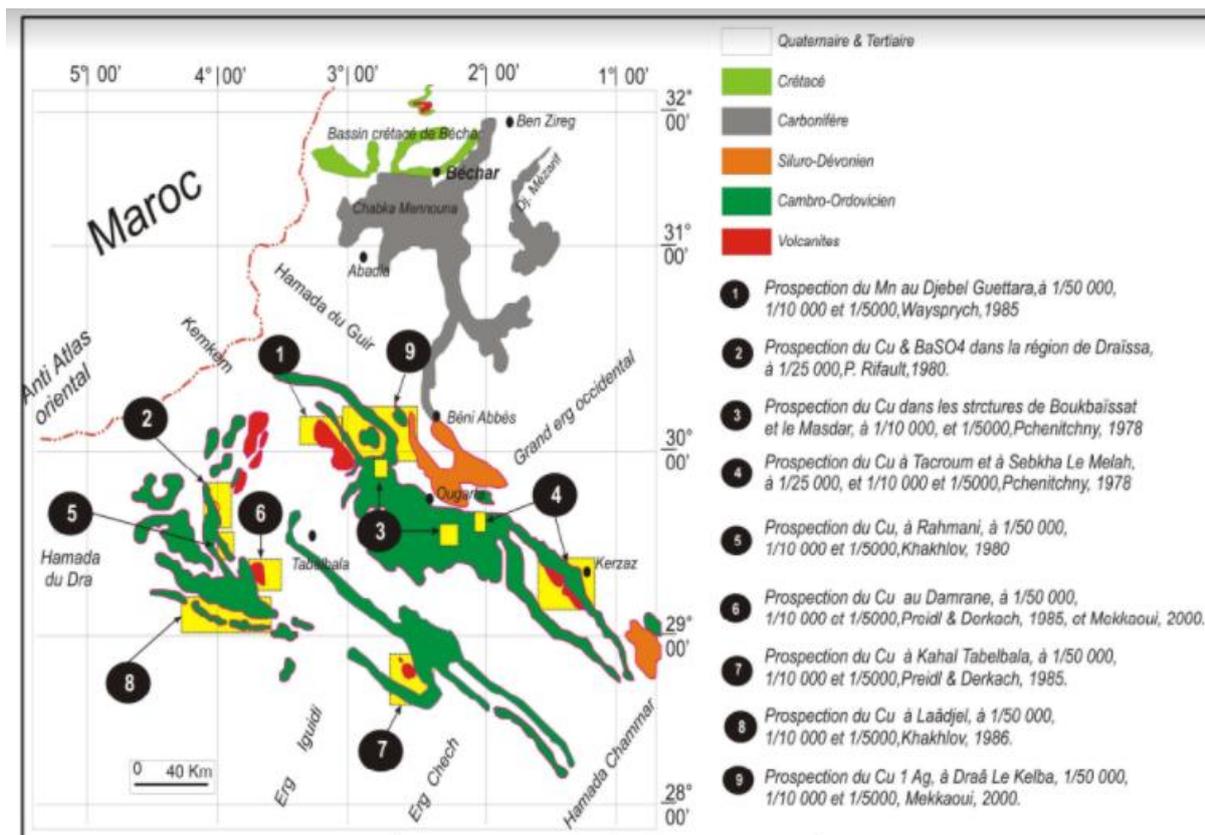


Figure 09 : Travaux de prospection dans la région de l'Ougarta.

IV- TECTONIQUE :

La dalle saharienne s'est comportée comme un domaine cratonique relativement stable parcouru par des déformations de grande amplitude. Les mouvements du socle ont joué un rôle moteur dans la formation des principaux axes structuraux de la plate-forme saharienne et son individualisation en bassins sédimentaires (BEUF et al.1971).

L'étude structurale des Monts d'Ougarta a été menée par DONZEAU (1971 et 1974). La série paléozoïque et son substratum anté-cambrien sont affectés par un plissement en vastes synclinaux et anticlinaux généralement allongés d'une direction NW-SE.

Les Monts d'Ougarta, d'une orientation NW-SE (ougartienne) et d'une morphologie à caractère appalachien (AIT KACI, 1990), s'insèrent comme un coin dans la plate-forme africaine (FABRE, 1969). Ils correspondent à une structure subsidente, allongée et plissée montrant tous les caractères d'un bassin aulacogène (SHATSKY, 1955; DONZEAU, 1974; COLLOMB et DONZEAU, 1974).

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

La déformation par plis lui donne une structure chevauchante à faible raccourcissement (HERVOUET et DUEE, 1996).

Les rejeux des accidents qui accompagnent les mouvements de déformation découpent l'aulacogène (Anti-Atlas/Ougarta) en systèmes losangiques (DONZEAU, 1974), grâce à des mouvements de décrochements senestres analogues à ceux du Précambrien de l'Ahaggar (CABY, 1970).

IV.1- Eléments tectoniques :

-Les failles :

Trois grandes familles de failles ont été retenues (DONZEAU, 1971, 1974 et 1981).

Les failles de direction NE-SW ($N45^\circ$ à $N60^\circ$): ce sont des failles qui ont joué verticalement à l'alignement de la chaîne d'Ougarta, formant une longue bande de 250 Km depuis la Daoura jusqu'à la région de Béchar. Elles sont responsables de la mise en place de l'édifice volcanique de "la Formation de Cal Robert" (CHIKHAOUI, 1974) et constituant la jonction entre l'aulacogène d'Ougarta et l'Anti-Atlas Marocain.

Les failles de direction NW-SE ($N130^\circ$ à $N^\circ140$): ces failles sont responsables de l'orientation des Monts de l'Ougarta et probablement de l'alignement des massifs volcaniques dans le faisceau de la Saoura

Les failles de direction E-W ($N90^\circ$ à $N100^\circ$): les conséquences de ces failles sont les suivantes:

-ensemble de plis pentés vers l'Ouest qui se situe au Nord de Sebkhath-El-Melah .

-Plis en dômes et bassins du centre du faisceau de la Saoura.

Les deux dernières familles de failles ont joué de façon synchrone à la fin du Paléozoïque (AIT KACI, 1990).

-Les plis :

Dans le centre du faisceau de la Saoura, les plis sont disposés en "dômes et bassins".

Le réseau des diaclases longitudinales et transversales associées à ces plis fait apparaître:

-l'existence de deux directions de plissement l'une ougartienne, 130° - 140° E, l'autre atlasique, 90° - 100° E;

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

-l'existence d'un raccourcissement orienté au 60-65° E (DONZEAU, 1971). En plus de l'existence d'axes NW-SE, BLES (1969) signale après une étude des failles au 1/500 000 (Kerzaz et Hamada de Guir), l'existence d'axes E-W et NNW-SSE. Dans le faisceau de la Daoura, le Djebel Ben Tadjine forme un vaste synclinal d'axe EW qui se courbe plus tard vers le NW.

Ces plis sont coffrés à rayon de courbure associé à un système de diaclases longitudinales et transversales, qui engendre deux directions: NW-SE et E-W. Ces plissements hercyniens dans les Monts d'Ougarta sont post-Autunien (DONZEAU et al., 1981), peut être Permien et/ou Crétacé.

- Les diaclases:

Les diaclases sont des fractures verticales de distension développées dans l'extrados des bancs ; leur étude a permis la mise en évidence d'une direction de plissement orientée N105° superposée et postérieure à la direction ougartienne, orientée elle, N 140°.

Cette direction est prouvée par l'existence dans certains terrains précambriens, de schistosité de fracture E - W et NW - SE. L'alignement de culminations anticlinales sur les feuilles de Kerzaz et d'Ougarta militerait pour cette direction. L'interférence de ces directions est à la base de la configuration en quinconce des plis.

L'existence de grands accidents E –W ayant joué en compression (Koudiat M'gada, Nif el Khoufi, Khneg Etlaiia...) est un argument à un serrage perpendiculaire à 105°.

A Sebket el Melah cette direction de plissement est absente. Ici les diaclases sont orientées dans l'axe de la structure 140°; ailleurs elles sont décalées de 15°.

Les axes 140° apparaissent ondulés alors que ceux orientés N105 sont rectilignes, ce qui implique que cette dernière est la plus récente. Cette direction n'existe que dans l'Anti Atlas et la partie méridionale de l'Ougarta et elle est totalement absente dans le faisceau de la Daoura ce qui suggère l'influence atlasique dans la partie nord de la chaîne.

-Les flexures et les kink-bands:

Les Kinks sont décamétriques associées à des flexures étroites de grande continuité axiale.

Les flexures semblent être la dernière manifestation de l'orogénèse hercynienne (fig).

Ces flexures remanient le réseau de diaclases. Elles sont rectilignes et ne montrent pas de traces de déformation. Elles sont orientées NW – SE et E –W et

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

divisent le bâti Ougartien en plusieurs compartiments. Elles sont en relation directe avec les grandes fractures. La déformation s'est effectuée à température et pression faibles et limitée par des plans parallèles entre lesquels les couches ont subi une rotation. Dans toute la chaîne on dénombre 110 grands kinks affectant surtout le Cambro – Ordovicien avec σ_3 parallèle à la stratification.

Il conclut qu'il s'agit probablement de la réactivation d'anciennes failles normales. Ces failles, d'orientation générale NW – SE, sont parallèles à l'allongement de la fosse ougartienne. Elles ont probablement joué un rôle important dans son individualisation. Le style des flexures de la chaîne d'Ougarta étant partout le même on peut généraliser le schéma.

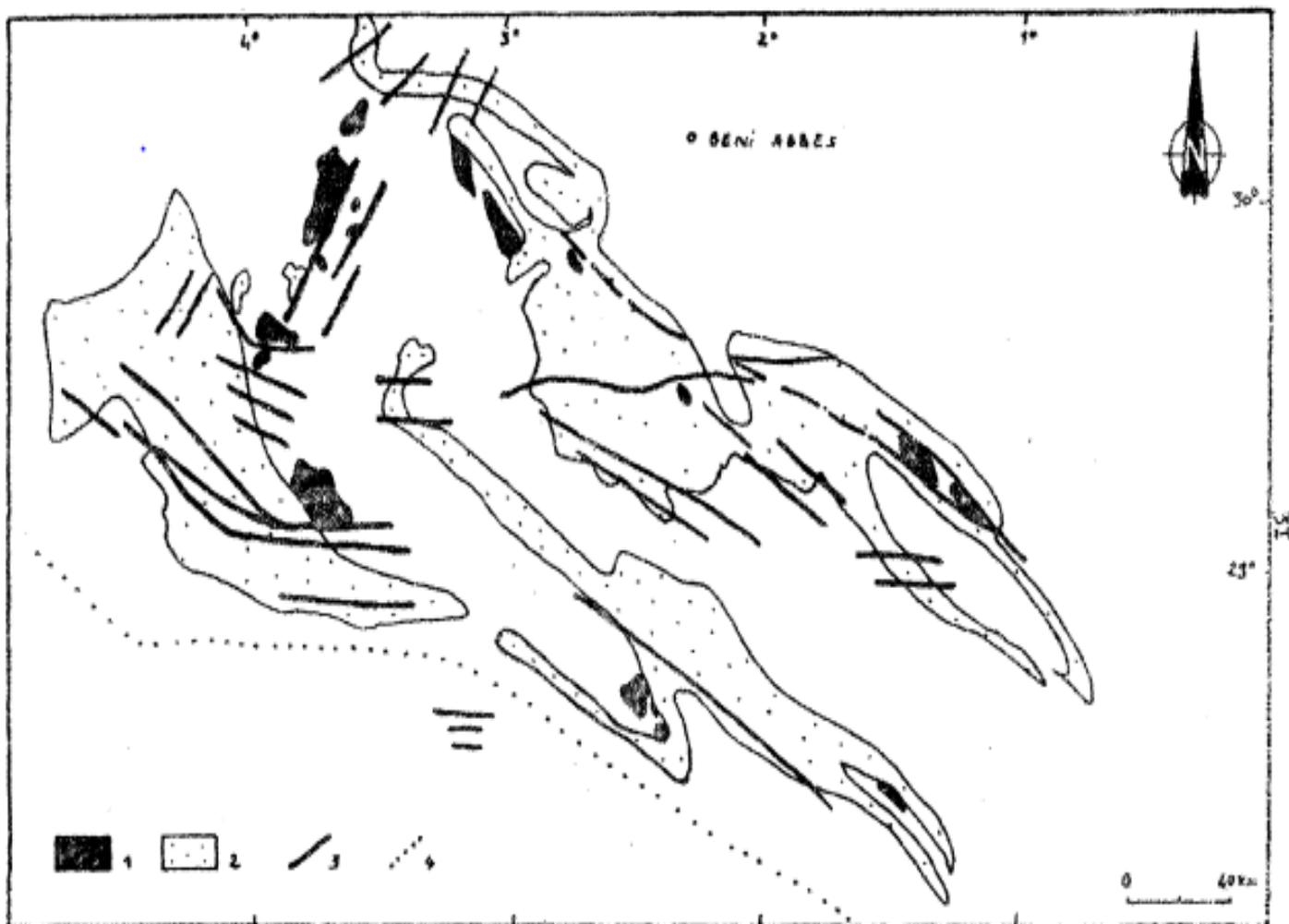


Figure 10 : Carte schématique des accidents des monts d'Ougarta

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

Les flexures et kinks associés traduisent le rejeu d'anciennes cassures du bâti anté cambrien, au cours d'un épisode tardif (terminal) de serrage de l'orogénèse hercynienne.

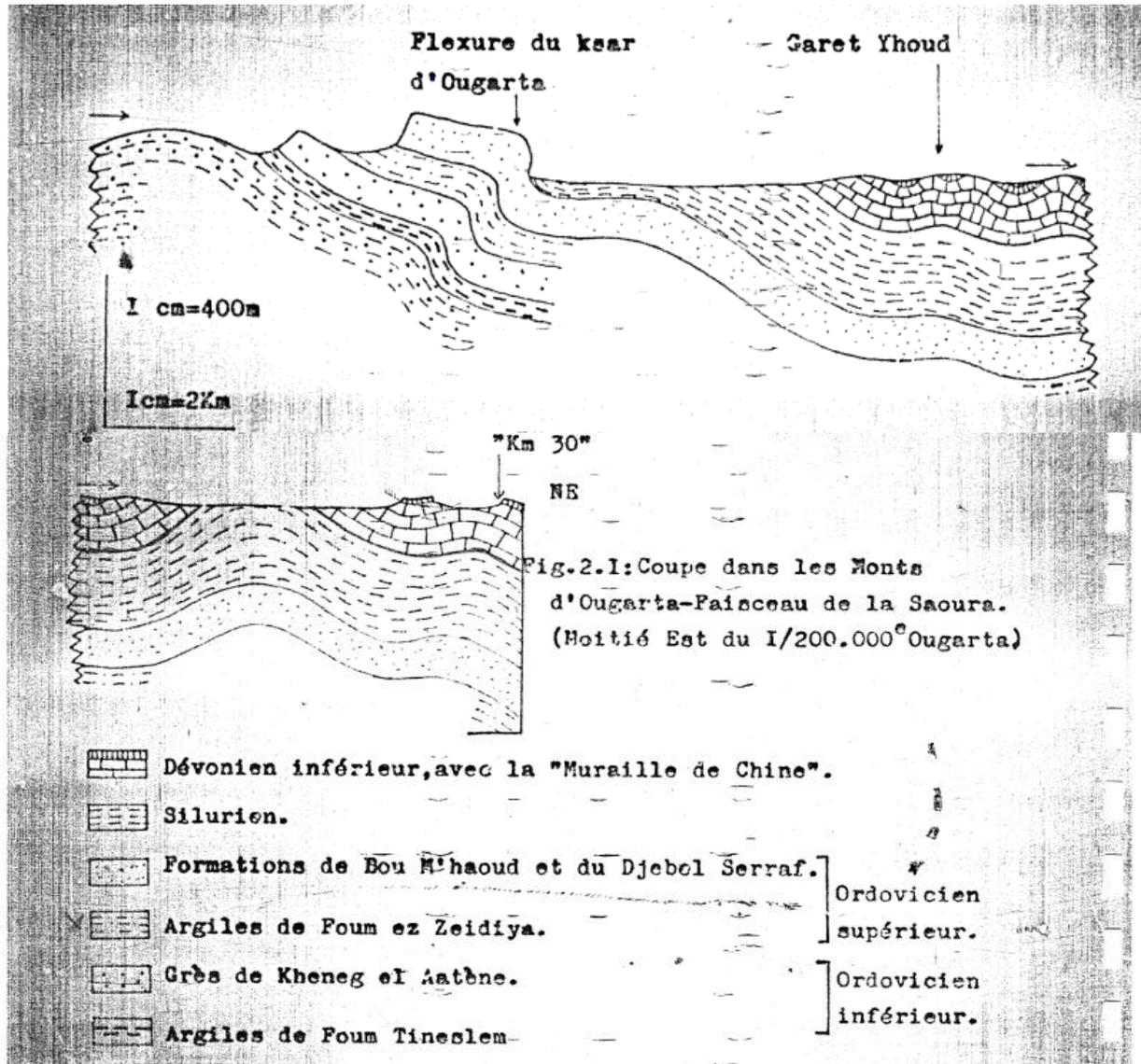


Figure 11: Coupe dans les Monts de L'Ougarta Faisceau de la Saoura. (DONZEAU ,Etude structurale dans le Paléozoïque des Monts de l'Ougarta) .

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

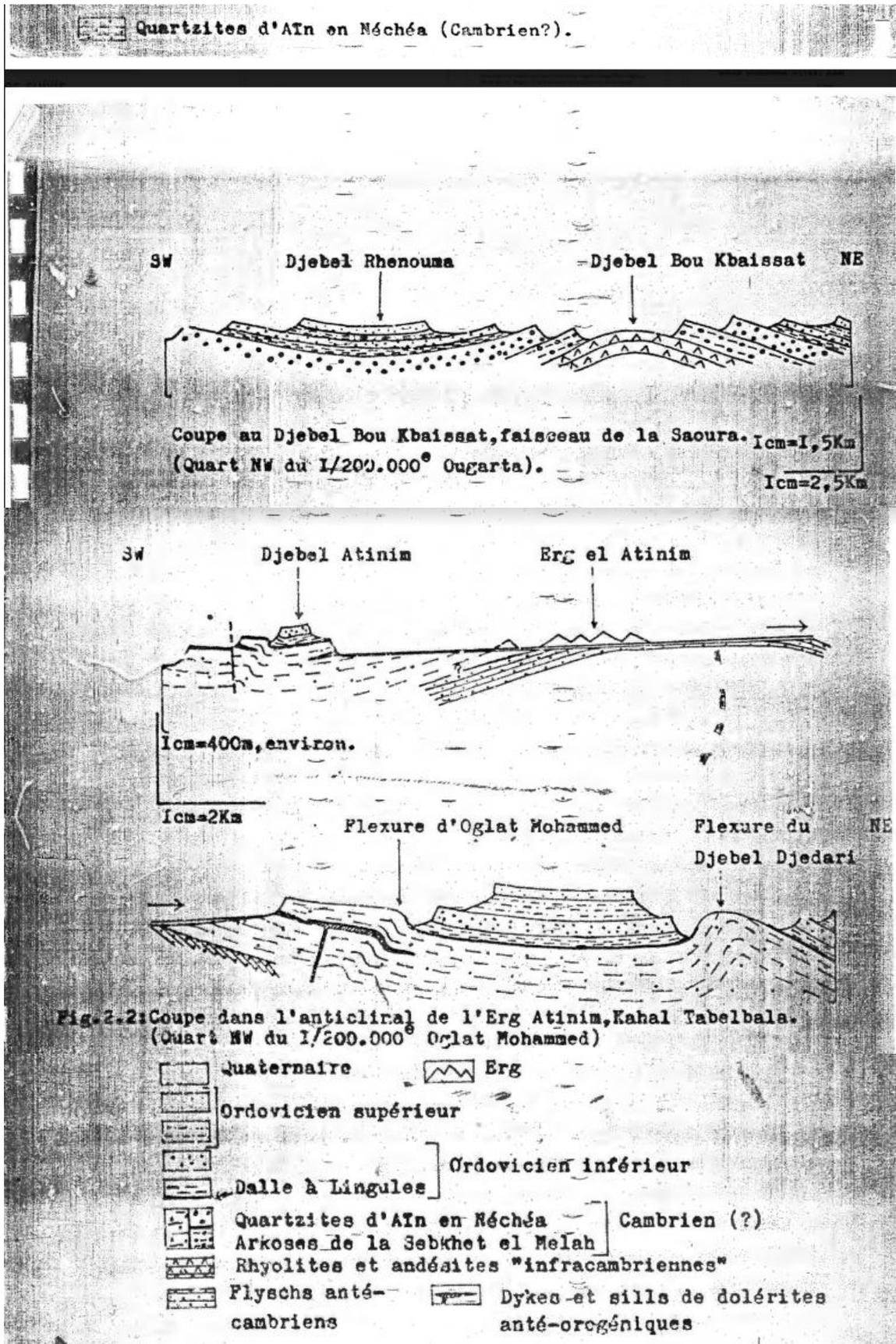


Figure 12 : Coupe dans l'anticlinal de L'Erg Atinim Kahal Tabelballa(DONZEAU ,Etude structurale dans le Paléozoïque des Monts de l'Ougarta) .

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

-Les joints à fentes de tension en échelon d'intersection sub-horizontales:

Les fentes de tension affectent le flanc NE depuis Ksar Ougarta jusqu'à Dayet Leoussakh.

Elles se présentent en deux groupes conjugués d'intersection sub-horizontale et affectent uniquement la dernière corniche quartzitique de l'Ordovicien sup.

Donzeau remarqua que l'un des joints est décalé par le conjugué. Ceci voudrait dire qu'il y a eu changement dans l'orientation des axes de déformation. Leur formation représente la dernière manifestation de l'orogénèse hercynienne dans les Monts d'Ougarta.

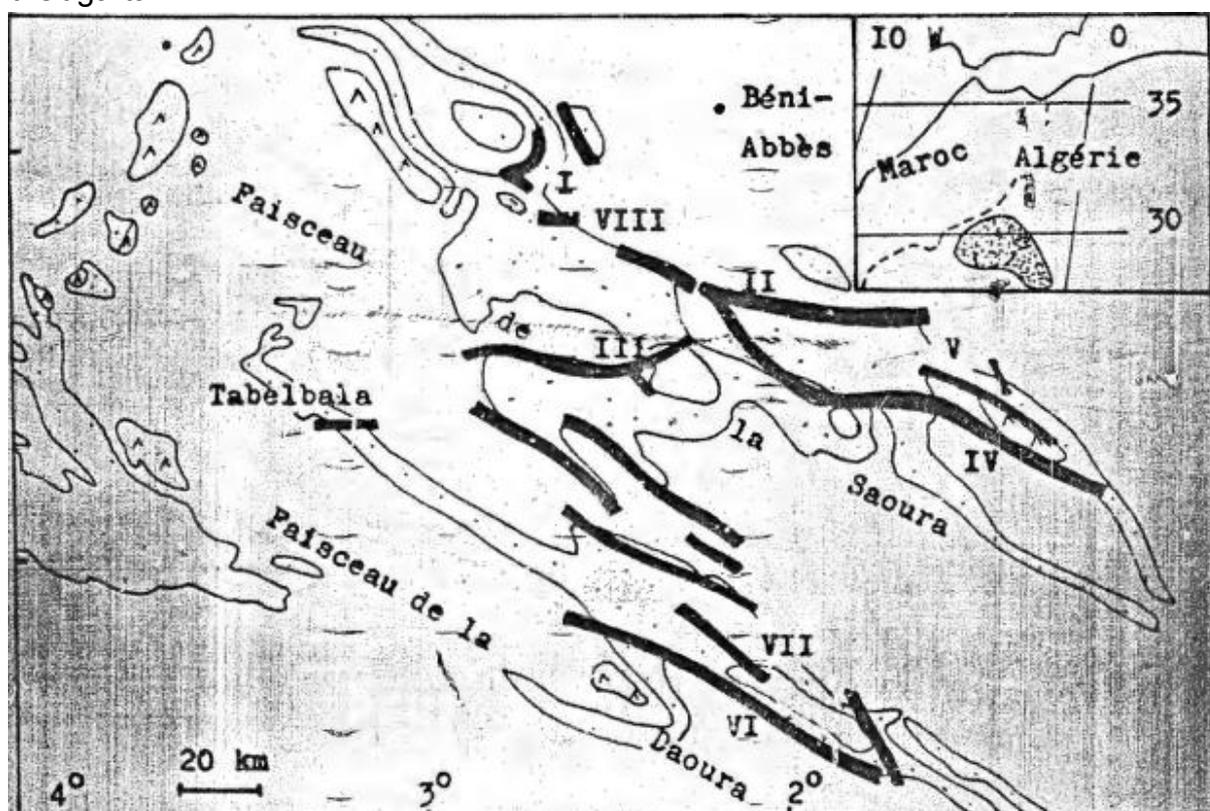


Figure 13:schéma de position des flexures((DONZEAU ,Etude structurale dans le Paléozoïque des Monts de l'Ougarta) .

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

V - LE MAGMATISME :

Il correspond majestueusement à un complexe volcano-plutonique basique et acide. Ces terrains affleurent :

- **Dans le faisceau de la Daoura** : à l'Oued Damrane, au Col Robert (feuille Tabelbala) ; au Kahal Tabelbala (feuille Oglat Mohamed) et au niveau de Draïssa et à Boulaâdam (feuille Hassi Chaâmaba).
- **Dans le faisceau de la Saoura** : au Djebel Guettara (la feuille Oglat Beraber) ; au Djebel Bet Touaris, Boukbaïssat (Feuilles Oglat Beraber et Ougarta) et à Sebkha el Melah (feuille Kerzaz).

En dehors de cette position classique aux cœurs des anticlinaux, ces roches jalonnent aussi de grands accidents tels qu'au niveau du Djebel Bassala, à Saheb el Ghassal, au niveau du Col Robert et au niveau de l'anticlinal de Belfefoul.

Ce magmatisme se retrouve aussi bien en volcanites qu'en plutonites. Il se répartit de la façon suivante :

- **Volcanisme basique à intermédiaire** : essentiellement connu dans l'Oued Damrane, à Draïssa, à Kahal Tabelbala, à Oglat Beraber et à Sebkha el Melah ; il est constitué de basaltes, d'andésito-basaltes et d'andésites.
- **Volcanisme acide** : remarquablement développé dans les Djebel de Guettara, Bet Touaris et dans la structure de Boukbaïssat (annexe 1, pl. 10). Il est soit à la périphérie des massifs basiques et constitue les fameuses ignimbrites de la région, soit en dômes soulignant les grandes fractures. Cette disposition est visible dans la partie S.W du Damrane.

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE

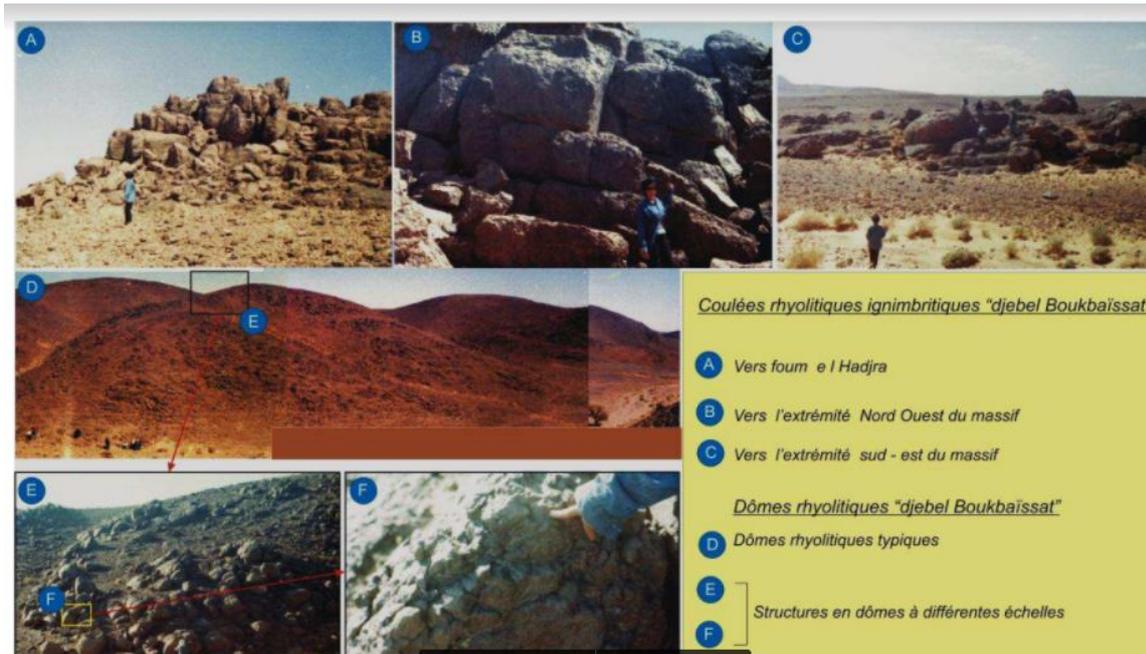


Figure14 :Coulées rhyolitiques ignimbritiques 'Djbe IBoukbaïssa '

- Dykes et sills essentiellement doléritiques . Ce réseau filonien est sécant sur les structures géologiques et parfois conforme à la direction Ougartienne ; sa direction est de l'ordre de N040° à N070° et de N110° à 140°. L'épaisseur de ces filons varie de 0.5m à plus de 250m. De rares sills et dykes monzonitiques sont connus dans la structure de

Sebkha El Melah. L'âge de ces manifestations doléritiques est majoritairement, attribué par comparaison à ceux de l'anti atlas (Choubert G. et al., 1974).

- Corps intrusifs de nature dioritique, un forage réalisé dans la structure de l'Oued Damrane à la base d'une importante anomalie magnétique (champ total) (Dam26) a révélé sous les dépôts quaternaires un laccolite dioritique (Mekkaoui, 2001, ORGM, inédit).

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

I-LITHOSTRATIGRAPHIE :

I.1-Précambrien :

I .1.1- Protérozoïque :

Le Précambrien dans la feuille de l'Ougarta est situé dans le Nord-Ouest de cette dernière, il est représenté par Djbel bet Touaris et Djebel Bou Kbaissat qui sont constitués essentiellement d'ignimbrites de type « loves » et vitro clastiques pour Dj Bet Touaris et d'ignimbrites flammées et « Love » pour Dj Kbaissat .

Dans la feuille de Oglet Beraber le précambrien que les chercheurs ont défini comme le Riphéen (Protérozoïque) affleure dans une grande partie de la carte surtout vers le Sud-Ouest vers khenneg El Dem et au Sud-Est où apparaît le plus vaste affleurement du Riphéen qui est représenté par la chaîne Guettara. Sa puissance peut atteindre plus de 380 m.

Le Riphéen repose sur un socle magnétique d'après les levées géophysiques établies par les chercheurs.

Le Riphéen est une assise volcano-gène représentée par des porphyres rhyolitiques, tufs, ignimbrites, xénotufs, niveaux lenticulaires de tufs silteux, manganésifères et tufs carbonatisés.

Dans la feuille de Oglet Mohamed on distingue que les formations du Protérozoïque supérieur sont représentées par les dépôts volcano-sédimentaires du Riphéen et les dépôts terrigènes du Vendien.

Ils affleurent au centre de la feuille dans la région de oued Mana. Le Protérozoïque est représenté essentiellement par le Vendien.

Le Vendien qui a une puissance d'environ 380 m repose sur le Riphéen qui a une puissance de 35 à 40 m.

Le Riphéen est une assise volcanogène, porphyre rhyolitique, andésite-dacite, ignimbrite et grès tuffeux.

Le Vendien est une assise terrigène représentée essentiellement par des conglomérats à grès en blocs, à petit et gros galets, graviers et grès.

I-2- Paléozoïque :

Concernant la région de Benni Abbas les données géologiques et cartographiques montrent que le Protérozoïque est représenté par le Riphéen mais n'apparaît dans aucun endroit. Il y a une absence totale d'affleurements.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

I.2.1- Le Cambrien :

Le complexe de Ain Nechea recouvre avec une discordance stratigraphique les grès de la suite de Sebkhath el mellah du Cambrien inférieur. A la base de la suite de la formation en question, sont localisés dans des grès grossièrement grenus et des gravites, qui par leur composition granulométrique diffèrent beaucoup des grès à grain fin de la suite de Sebkhath el Mellah. Le toit de la formation de Ain Nechea est formé par des quartzites à tigillites et à lingules, qui sont recouvertes avec discordance stratigraphique par les dépôts de l'Ordovicien inférieur.

Le Cambrien dans notre région est représenté par deux formations :

La formation basale ou « Arkoses de Sebkhath El Mellah » pour le Cambrien inférieur qui est constitué dans la feuille de l'Ougarta par des grès arkosiques. Cette formation a une puissance d'environ 300 jusqu'à 400 mètres

La formation de Ain Nechea pour le Cambrien moyen qui est dans cette feuille plus développé peut atteindre une puissance de 900 à 950 mètres formé de quartzites et de grès feldspathiques et qui se termine par une dalle à lingule.

On retrouve les dépôts de Sebkhath el Melah en forme de rubans entourant les massifs précambriens du dj Bet touarris et Djbel boukbeisset . On retrouve le Cambrien inférieur aussi dans la feuille de Oglat Beraber qui constitue la suite de Sebkhath el Melah qui est représenté par des grès hétérogènes à lentilles de grès calcaires, niveaux lenticulaire de conglomérat à la base (120-160 m).Le Cambrien moyen est lui aussi représenté par la suite de Ain en Nechea.

La partie inférieure de cette formation est constituée par des grès hétérogènes et grès quartzite à débris de roches gres-argileuse à la base (10-60m).

La partie supérieure est composée de grès hétérogène, grès quartzites , et quartzites à tigillites et à débris de lingules (25-100).

La suite de Ain Nechea se présente aussi sous forme de rubans étendus longeant les pieds des monts de Guettara.

Dans la feuille de Oglat Mohamed on retrouve toujours la suite de Sebkhath el Melah et Ain Nechea.

La formation de Sebkhath el Melah dans cette feuille est constituée de conglomérats, galets petit et moyen, gravite, grès gravieux, grès à grains grossiers et moyens et fins, passer de grès-quartzites .Sa puissance varie entre 60 et 130 m .

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

La partie inférieure de la suite de Ain Nechea a le même faciès que la suite de Sebkhata el Melah. (Puissance entre 240 et 330m).

Les dépôts de la suite de Sebkhata el Mellah sont bien représentés on peut les trouver au pied du Dj Tininn et Dj Kahal Tebalbala.

La partie supérieure de la suite de la formation de Ain Nechea (Cambrien moyen) est représentée par des conglomérats à petit galets, gravilles, grès à grains fins et grossiers, grès quartzites et quartzites à tégulites et à débris de lingules. (Puissance 40 – 50 m).

Dans la feuille de Béni Abbas la suite de Sebkhata El Mellah et de Ain Nechea se trouve au Sud-Ouest de la feuille.

La suite de Sebkhata El Mellah (Cambrien inférieur) est faite de Grès à grain fin et moyen, lentilles de grès calcaires, niveau de grès à tégulites. (160m).

La suite des dépôts de Ain Nechea (Cambrien moyen) est représentée dans la partie inférieure par des grès à grains fins, à grain fin à moyen, grès quartzites. (60m).

La partie supérieure de cette suite est composée de grès à grains fins et à grains fins et à moyen, grès quartzites et quartzites à tégulites et à débris de lingules (100m).

I.2.2-L'Ordovicien:

D'après les caractères litho-pétrographiques et tenant compte des critères géomorphologiques, les dépôts Ordoviciens peuvent être subdivisés en trois (3) sous-systèmes renfermant les cinq formations suivantes de bas en haut : Fom Tinislem, Kheneg El Aaten, Fom Ez Zoidiya, Bou Mhaoud, Djbel Seraf.

L'Ordovicien est fortement représenté dans la feuille de l'Ougarta et recouvre une grande partie de cette dernière et est représenté par 5 formations Fom Tinislem, Kheneg El Aaten, Fome Zaydiya, Bou M'haoud, et Djbel Seraf.

L'Ordovicien se trouve au centre de la feuille de l'Ougarta vers Dj Abouchounou, Dj Moussa, Ben Amar, Dj Rhenouma. Il peut atteindre une puissance de 1000 m.

On y trouve des argiles, argiles vertes micacées, grès ferrugineux micacé, grès conglomératiques, grès ferrugineux et des quartzites. L'Ordovicien repose en discordance sur la dalle à lingules.

Le sous-système inférieur :

Dans les feuilles de Oglet Berabere, Oglet Mohammed, l'Ordovicien affleure respectivement à l'Est, et au Nord Est. On y trouve le sous-système inférieur de l'Ordovicien qui est la suite de la formation de Fom Tinislem qui est représentée par des

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

grés et grés silteux gris-vert, lentilles de grés calcaireux, passés de grés ferrugineux la base (puissance de 40 à 200 m) mais aussi la suite de la formation de Kheneg el Aaten au sommet du sous-système formé de grés à grain fins ou hétérogène, passés et lentilles de gravites, de microconglomérat de grés silteux et de grés quartzites à tigilites, de grés à débris de lingules (0 à 90 m).

Le sous-système moyen et supérieur :

Le sous-système moyen et supérieur qui correspond à la suite de la formation de Fom Zeidiya affleure aussi à l'Est et repose sur les formations de Fom Fineslem et Kheneg el Aaten.

Il est constitué par des grés-quartzites à tigilites, silstones et grés silteux dans le sommet. Grés-quartzites grés à tigilite, passés lenticulaire de grés calcaireux, de grés silteux, de calcaires gréseux niveaux de lentilles en chapelet de calcaires noirs dans la partie moyenne, silstones, grés silteux, microconglomérats, et minerais de fer oolithique à la base. La puissance de cette couche varie entre 140 et 300 mètres.

Le sous-système supérieur

Le sous-système supérieur de l'Ordovicien est représenté par des grés-quartzites et des grés hétérogènes à graveleux, localement à tigilites, avec un niveau de minerai de fer oolithique à la base. Il a une puissance de 30 m qui est relativement faible par rapport au sous-système précédent.

Sur la feuille Boni-Abbès, précisément dans la partie Sud-est où affleurent les roches ordoviciennes, les roches de cette formation manquent, et le niveau de base de la formation de Foumez-Zeidiya repose directement dans la coupe incomplète sur les dépôts de la formation de Fom Tineslem.

I.2.3-Le Silurien :

C'est la 'Formation de l'Oued Ali', le Silurien affleure largement dans la région de Zegharma-Ougarta, et aussi vers Dkhissa dans l'Est de la feuille de l'Ougarta, il est représenté par des schistes noirs et des dépôts argilo-carbonatés, et gréseux argileux, d'une puissance de 1000 m à 1250 m, le Silurien n'affleure que dans la feuille de l'Ougarta.

I.2.4-Le Devonien :

Ce sont des dépôts terrigènes et terrigènes-carbonatés, ils forment une série d'épaisseur considérable (2500 m). Le Devonien se trouve dans la partie Ouest et Nord-Ouest de la feuille de l'Ougarta et au Sud de la feuille de Béni Abbès le Devonien est découpé en 3 sous-systèmes : inférieure, moyenne et supérieure.

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

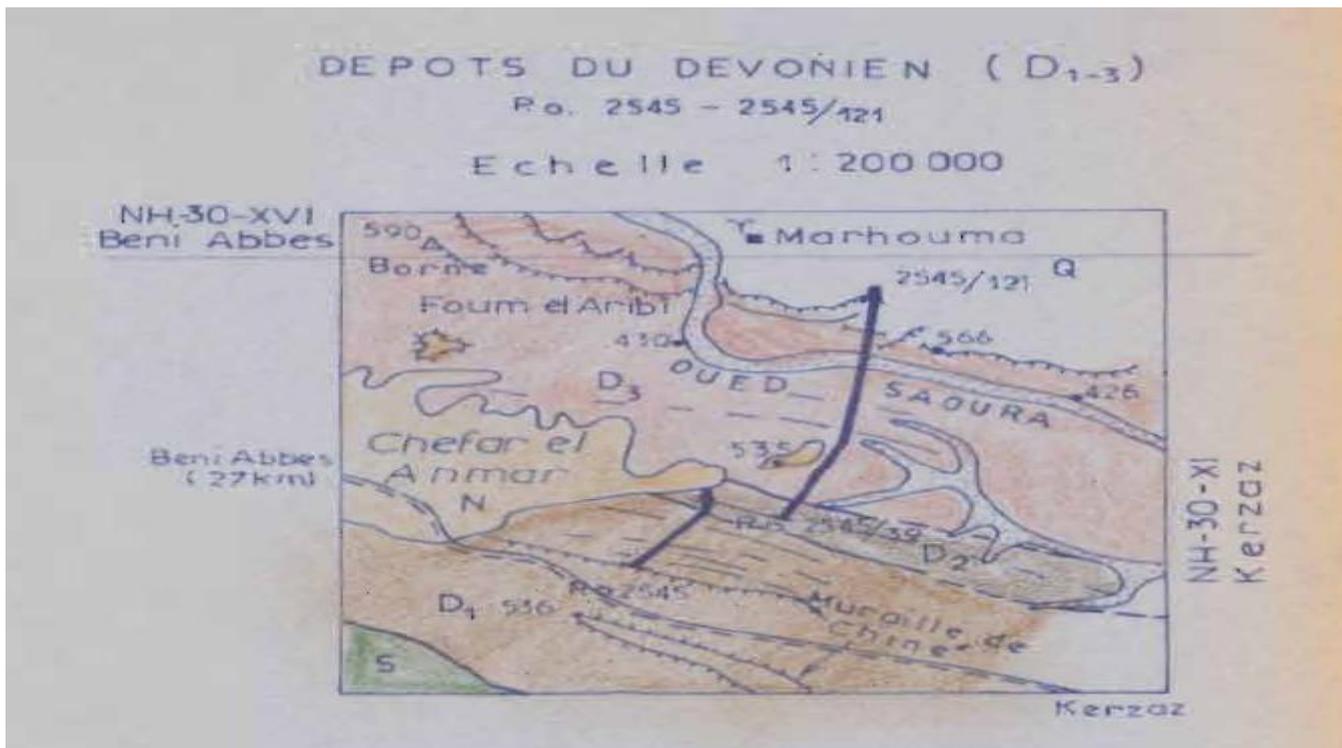


Figure15 :Dépôts du Dévonien(ZAITSEV , ROMANOV,GALENKO,SNIATKOV,HCEN,KADDOURI . Rapport sur les recherches systématiques et levés géologique dans la chaine de l'Ougarta)

Sur la carte de Béni Abbés les dépôts du Dévonien inférieur affleurent en forment une bande étroite (2 km s'étirant sur 10-12 km à 5 km à l'est de Djbel Zeghamra Abbés, le Dévonien inférieur a une puissance d'environ 690 m.

Dans le dévonien inférieur, les étages suivants se dessinent, selon la détermination de la faune Sieginien et Emsien.

Les terrains sieginiens sont bien développés au coin Nord-Est de la feuille de l'Ougarta (coupe du "Kilomètre 30").

La coupe des terrains Siéginien est représentée par les dépôts gréseux à petits lits de calcaires et à niveaux de grés ferrugineux (oolitiques) et conglomératique à la base. La puissance totale varie de 200 à 400 m. Il y a une faune connue dans les calcaires: sont *idtoporageopetrica*, *Acasta spinosa* etc...

I.2.5_Le Carbonifere :

Les dépôts du Carbonifère ne sont connus que dans la partie orientale de la feuille de Béni Abbés, d'après la composition lithologique et la présence de nombreux reste

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

organiques on y distingue les formations du Carbonifère inférieure et supérieure, les formations du Carbonifère moyen n'ont pas été mise en évidence.

Le carbonifère inférieur

Le Carbonifère inférieure est divisé en 3 étages : le Tournaisien ,le Visseen et le Serpikhovien.

Le Tournaisien débute par un niveau conglomératique puis continue avec des roches greso-argileuses avec des rares bancs de calcaires peut épée.

L'épaisseur des dépôts du Tournaisien est de 820m.

Les dépôt Vissens sont présenté par un banc épais de dépôts argileux sublunaires puis par une banc alternance rithmétique de grés et de calcaire. Les dépôts du Viséen ont une épaisseur de 1650-1990 m.

Les dépôts du Serpikhovien sont présentés par des sédiments débutant par un niveau de conglomérat et des sédiments argileux sableux a la base , puis des calcaires diverses et des banc de grés et des silstones isolés dans la partie principale. Ces dépôts ont une épaisseur de 200 m.

Le Carbonifère supérieur

Le Carbonifère supérieur est présenté dans la feuille de Béni Abess uniquement par des grés rouges et des argiles. Il a une épaisseur relativement faible qui est d'unpeu plus de 40 m.

La suite du Paléozoïque n'affleure pas dans la région, elle est recouverte directement par des sédiments plus tardifs du Mésozoïque (Crétacé) et du Cénozoïque (Néogène).

I.3 -Le Mesosoïque :

I.3.1- Le Crétacé :

Les roches du crétacé sont répondues exclusivement dans la partie Ouest et Sud-Ouest de la feuille de Oglet Beraber , elles reposent sur des âges varié (du Riphéen au Dévonien)

Elles sont surmontées par des dépôts Neogenes-Quaternaires .Le Crétacé se trouve généralement dans les lits des vallées et des grands oueds et témoigne de l'érosion de reliefs contemporain.

Le Crétacé est représenté par Conglomerat-breche ,conglomérat , gravite, grés heterogrenu , marne , calcaire gréseux a débris de gastéropodes et de mollusques.

La puissance du Crétacé peut atteindre 90 .

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

I.4 -Le Cénozoïque :

I.4.1-Le Néogène :

Les dépôts du Néogène forment la hamada du Guir dans les feuilles de Béni Abbas et Oglet Berraber. Et se trouve aussi à l'Ouest de Oblet Mohammed et au Nord-Est de la feuille de l'Ougarta.

Ils reposent en discordance stratigraphique et angulaire sur les différents dépôts (du Ripheen jusqu'au Crétacé) et sont surmontés par des dépôts Quaternaires.

D'après la présence des dépôts éluviaux les dépôts du Néogène peuvent être subdiviser en 3 partie : membre inférieure calcaire-marneux, membre moyen calcaire-gréseux, membre supérieur gréseux conglomératique. Sa puissance peut atteindre dans certains endroits 300 m.

I.5 –Le Quaternaire :

Sur le territoire étudié les dépôts du Quaternaire recouvrent toutes les formations des âges précédents . Les dépôts du Quaternaire diffèrent selon l'âge, la genèse et la composition lithologique.

I.5.1-Le Quaternaire Inferieur:

Les dépôts sont liés au bord des vallées et des plus grand Oued du réseaux hydrographique contemporain. Ces dépôts forment le plateau nommé la petite hamada.

Les coupes les plus complètes sont décrite au Nord de la feuille de Béni Abbas au rives des vallées des Oued Guir et Bechar. Le Quaternaire inferieur est essentiellement formé de formations gréseuses.

I.5.2-Le Quaternaire Moyen :

Les dépôts du Quaternaire moyen sont principalement réponsus dans les Vallées des Oueds importants et des grandes dépressions intra montagneuses, ils forment des terrasses hautes de 8 à 15 mètres constituées de conglomérats et des grés. Les dépôts contemporains sont des dépôts alluviaux lacustres et éoliens.

Les dépôts alluviaux contemporains se répandent dans les lits des plus grands oueds et atteignent une épaisseur de 14 m . Ils sont présentés par des galets des sables des limons sableux et des limons localement calcaireux.

Au nord de la feuille de Béni Abbés on trouve une assise de dépôts lacustres avec une épaisseur de 10 à 12 m qui est formé par des argiles verdâtres silteuses et sableuses sur le territoire étudié les dépôt éoliens sont largement répandue, la mise en

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

place des Ergs a commencé au Quaternaire moyen et continue jusqu'à nos jours (Erg chech).

I.5.3- Quaternaire Superieur :

Les terrains du Quaternaire supérieur forment des cônes de déjections et des basses terrasses de 2-5 m qui sont constitués par des formations détritiques à gros grains constituées de sables de galets, de limons sableux ,et de limons.

II-MAGMATISME :

Dans notre région d'étude , le magmatisme est représenté par une formation volcanique acide d'âge Protérozoïque formée essentiellement par des porphyres rhyolitiques, des ignimbrites et des tufs . cette formation affleure dans la feuille de l'Ougarta dans les massifs de Dj Bet Touaris et Boukbaisset, et dans la feuille de Oglet Beraber dans le massif de Dj Guettera.

Ce magmatisme se manifeste généralement à la périphérie des massifs ou il forme les fameuses ignimbrites qui sont des roches volcaniques

Ilya aussi un magmatisme basique sous forme de formations intrusives représenté par des sillons et des dykes qui sont souvent situés dans les zones des accidents cassants et qui sont répandues dans toute la région étudiée.

Les dykes et les sillons basiques sont classés en 2 séries selon leur âges :

La première série de dykes est d'âge Cambrien tardif et sont absents dans notre région d'étude.

La deuxième série de dykes et de sillons est d'âge Permien Trias qui se trouve dans les feuilles de Oglet Beraber et Oglet Mohammed, ils sont liés aux accidents tectoniques et aux surfaces intraformationnelles de décollement des roches Cambro-Ordoviciennes

Niveau composition, ces dykes sont composés de Dolérites, basalte doléritique, conga-diabase , et des porphyrites.

Conga-diabase : roches grises foncées massives à texture doléritique elles sont composées de labrador, pyroxène, minérale métallifère, quartz en faible quantité, plagioclase sous forme de cristaux tabulaire

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

III- TECTONIQUE :

La tectonique de notre région d'étude est plutôt assez complexe , les différents éléments tectoniques peuvent être classés comme suit :

III.1 -Les Eléments Tectoniques :

III.1.1- Les failles :

Les failles sont très fréquentes dans la région de l'Ougarta . il existe deux générations de failles . la première orientée NW-SE et la deuxième orientée NE-SW. Les failles peuvent être de quelques mètres à plusieurs kilomètres , et il peut y avoir un remplissage de ces failles .Notre région est recoupé par de nombreux filons de manganèse et de quartz. Dans la feuille de Oglet Beraber les deux générations de failles sont représentées, elles sont de taille kilométrique et se recoupent les une les autres .

III.1.2-Les dislocations disjonctives :

Elles sont largement développées dans la région étudiée et jouent un grand rôle dans l'évolution géologique de la région et présentent un élément important de son style tectonique. Selon les données géologiques et géophysiques en tenant compte aussi de la télédétection, on peut distinguer dans les limites des terrains étudiés les champs de dislocations disjonctives .

-Le champ de failles sublatitudinales 275°-295° Sud Ougartien. A ce champ de faille est lié la faille de l'Ougarta qui sépare le bombement de l'Ougarta et la synclise de Tindouf-Reggan.

-Le champ de failles d'orientation 310°-320° de L'Ougarta .Ce champ de failles définit l'orientation du bassin de l'Ougarta et sont toujours accompagné de flexures

-le champ de faille d'orientation NE 20°-40°de Ksiksou : se manifeste le plus spectaculairement dans les feuilles de Oglet Beraber et Béni Abbés

-Le champ de failles d'orientation NE 55°-75° de l'Anti Atlas :Se manifeste de la manière la plus intense dans la feuille de Oglet beraber

-Le champ de failles subméridienne N 350° : se manifeste par des gradins , ce champ s'annonce par une série de failles rapprochées à petit rejet .

III.1.3-Les plis :

Les structures anticlinales :

L'anticlinale de Zeghamra :Orienté N-w ,situé au Sud de la feuille de Beni Abbes ,il s'étend sur presque 18 km avec une largeur de 8km . cette structure se dessinent comme

Anticlinale dissymétrique à flanc NE doux (4°) et à flanc SW rapide(25-30°).

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

Le cœur du plis est constitué de dépôts de la formation Fom Ez Zaidiya et affecté par les failles de direction NW

L'anticlinal de Draa El Kelba : situé au SW de la feuille de Beni Abess, il a une longueur d'environ 46km et une largeur d'environ 18km . en vérité ce sont deux anticlinaux dont le contact se manifeste par la faille orientée NW. Le cœur du plis est formé par les grès de la formation de Sebkhet El Mellah . Le flanc NE se compose par les dépôts de la formation de Dj Serraf et est affecté par les failles de direction NE

L'anticlinal de Guettara : d'orientation NE situé au Sud-Est de la feuille Oglet Beraber (32km de longueur et 22km de largeur) formé par les dépôts volcanogène-riphéen .le flanc NE montre les dépôts Cambrien à faible pendage de 3° à 5°, et le flanc NW ne se dégage pas car il est masquée par les sables de l'Erg Er Roui .

L'anticlinal Zellouf : se situe dans la partie SW de Oglet Beraber s'allonge du SW au NE sur une distance de 72km et a une largeur de 15km. l'axe du plis est orienté vers le NE de 40°, la charnière plonge dans la même direction . le cœur montre les dépôts volcaniques Riphéen, alors que les flancs montrent les roches Cambro-Ordoviciennes à faible pendage vers le NW et SE.

L'anticlinal Chbika : situé au Nord-Est de la feuille de Oglet Mohammed suit la direction SE_NW sur 90 km avec une largeur de 15km, c'est un anticlinal coffré à voute large et aplatie, le cœur de l'anticlinal laisse apparaître le Riphéen et le Vannidien , les flancs sont formés par les dépôts du Paléozoïque inférieur.

L'anticlinal Atinim : se trouve au Nord de la feuille de Oglet Mohammed , long de presque 85km et large d'environ 40km. c'est un anticlinal symétrique à voute aplatie et large , le pendage des roches sur les flancs est faible . Le plis est affecté par une série de failles sublatitudinales et subméridiennes de même il est traversé par les dykes et les sills basiques

III.1.4- Les flexures :

Flexure de Dj Abbouchounnou , flexure de Ksar de l'Ougarta, flexure de Koudiat el Mdaga

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

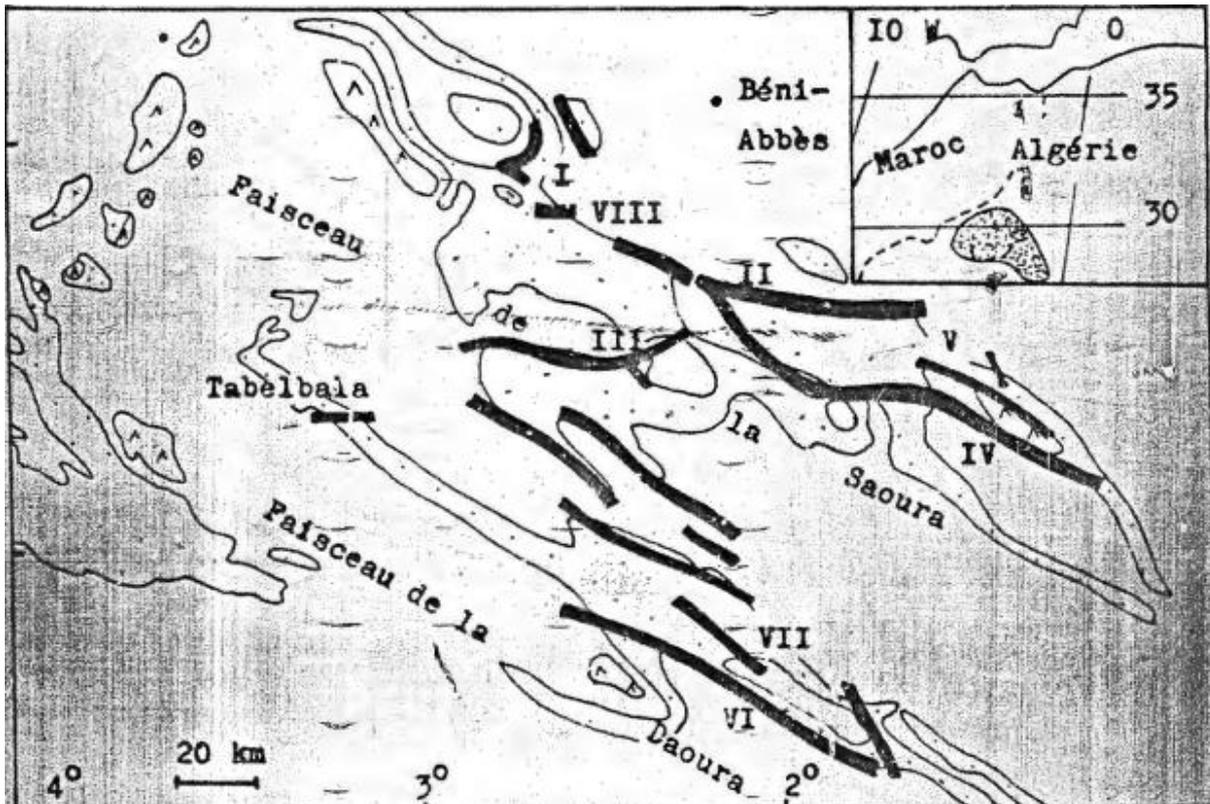


Figure 16 : Position des Flexures dans la region de L'Ougarta

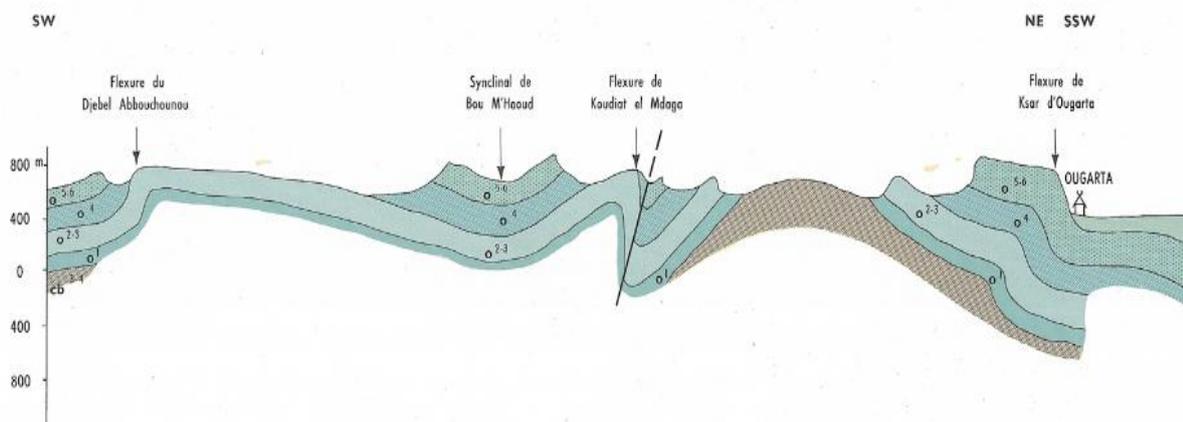


Figure 17 : Coupe Geologique de la feuille de l'Ougarta montrant les Flexures de l'Ougarta(D'après la carte réalisée par l'Institut National De Cartographie 1981).

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

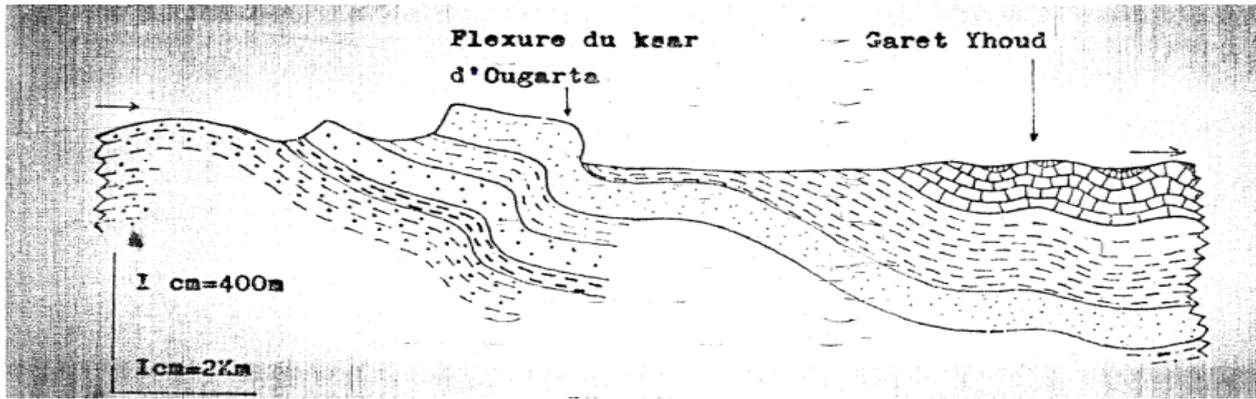


Figure 18: Flexure du Ksar de l'Ougarta (DONZEAU, Etude structurale dans le Paléozoïque des Monts de l'Ougarta).

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

I -GENERALITES :

Les SIG offrent toutes les possibilités des bases de données (telles que requêtes et analyses statistiques) et ce, au travers d'une visualisation unique et d'analyse géographique propres aux cartes. Ces capacités spécifiques font du SIG un outil unique, accessible à un public très large et s'adressant à une très grande variété d'applications.

Les enjeux majeurs auxquels nous avons à faire face aujourd'hui (environnement, démographie, santé publique, gestion du domaine minier...) ont tous un lien étroit avec la géographie.

De nombreux autres domaines tels que la recherche et le développement de nouveaux marchés, l'étude d'impact d'une construction, l'organisation du territoire, la gestion de réseaux, le suivi en temps réel de véhicules, la protection civile et notamment la géologie sont aussi directement concernés par la puissance des SIG pour créer des cartes, pour intégrer tout type d'information, pour mieux visualiser les différents scénarios, pour mieux présenter les idées et pour mieux appréhender l'étendue des solutions possibles.

Les SIG sont utilisés par tous ; collectivités territoriales, secteur public, entreprise, écoles, administrations, états utilisent les Systèmes d'Informations Géographique (SIG). La création de cartes et l'analyse géographique ne sont pas des procédés nouveaux, mais les SIG procurent une plus grande vitesse et proposent des outils sans cesse innovant dans l'analyse, la compréhension et la résolution des problèmes.

L'avènement des SIG a également permis un accès à l'information à un public beaucoup plus large.

Aujourd'hui, les SIG représentent un marché de plusieurs milliards d'euros dans le monde et emploient plusieurs centaines de milliers de personnes.

Les SIG sont enseignés dans les écoles, les collèges et les universités du monde entier.

Les professionnels dans leur très large majorité sont directement concernés par les apports de la dimension géographique dans leur travail quotidien.

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

I.1- Histoire Du Sig (Système D'information Géographique) :

La première application SIG, souvent citée en épidémiologie, est l'étude menée avec succès par le docteur John Snow. Il s'agit de l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londres en 1854 : ayant représenté sur un plan la localisation des malades et l'endroit où ils puisaient leur eau, il parvint à déterminer que c'était l'eau d'un certain puit qui était le foyer de contamination.

Dans les années 60, les cartes de l'Afrique de l'Est, trop nombreuses pour permettre de localiser les meilleurs endroits pour créer de nouvelles implantations forestières, font naître l'idée d'utiliser l'informatique pour traiter les données géographiques (SIG).

L'avancée de l'informatique encouragée par la prise de conscience environnementale ont permis l'usage des techniques et méthodes dans la science et l'aménagement du territoire. Le suivi, la gestion et la protection de la biodiversité sont également à l'origine de l'évolution des applications SIG. Depuis 1970, de nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires et collaboratives ont vu le jour.

Maguire (1991) distingue trois périodes principales dans l'évolution des SIG :

- Fin des années 1950 – milieu des années 1970 : début de l'informatique, premières cartographies automatiques
- Milieu des années 1970 - début des années 1980 : diffusion des outils de cartographie automatique/SIG dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques ...)
- Depuis les années 1980 : croissance du marché des logiciels SIG, développements des applications SIG, mise en réseau (bases de données distribuées, avec depuis les années 1990, des applications SIG sur Internet) et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routiers, utilisation d'outils embarqués liés au GPS...), apparition de « logiciels libres » ou d'outils dédiés aux pratiques coopératives ...

I.2-La Définition d'un SIG :

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

Le SIG permet d'acquérir, d'organiser, de gérer, de traiter et de restituer des données géographiques sous forme de plans et cartes (cartographie intuitive et évolutive). Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couches thématiques (lithologie, magmatisme, tectonique...) structurées dans des bases de données numériques.

les bases de données qui alimentent les SIG doivent être géoréférencées, c'est-à-dire partager un cadre commun de repérage appelé système de projection. Ces cadres Communs sont fixés régulièrement.

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

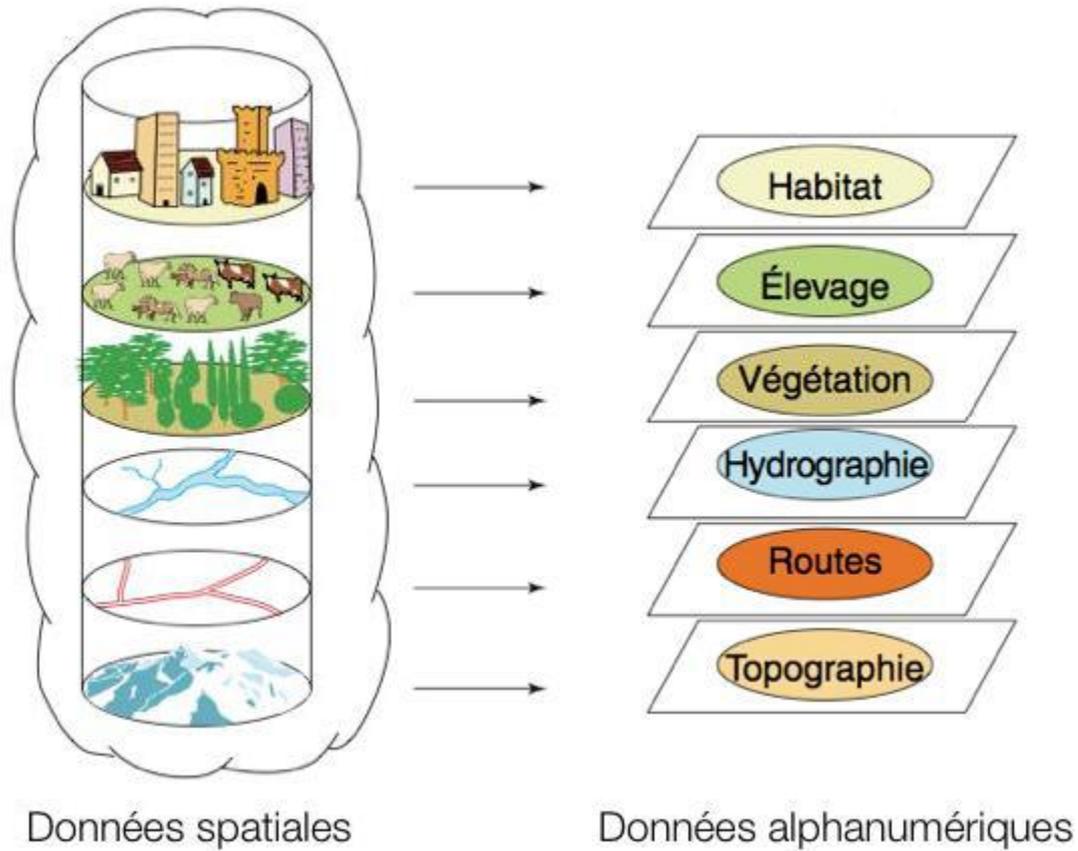


Figure 19 :Données alphanumérique et données spatiale

I.3-Les composant d'un SIG :

Un système d'information géographique est constitué en général par cinq composants Majeurs : Logiciels, Matériels, Données, Utilisateurs et Méthodes

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

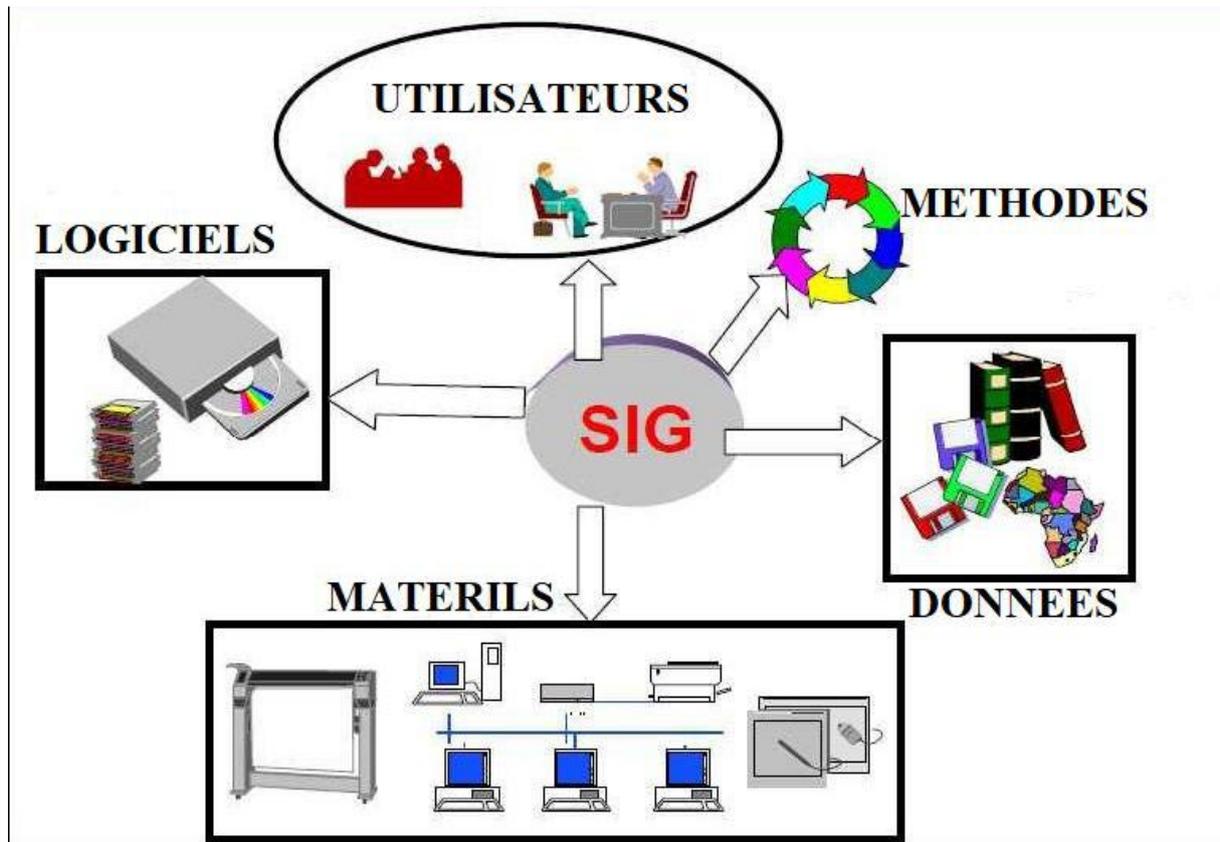


Figure 20: Les composants d'un SIG

I.3.1- Logiciels : les logiciels qui offrent les fonctions élémentaires suivantes :

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

Archivage : structuration et stockage de l'information géographique sous forme Numérique.

Analyse : manipulation et interrogation des données géographiques (calculs liés à la géométrie des objets, croisement de données thématiques...)

Affichage : représentation et mise en forme, notamment sous forme Cartographique avec la notion d'ergonomie et de convivialité.

Abstraction : représentation du monde réel. (RAVALET & PANET, 2001).

I.3.2- Matériel : Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs, des serveurs de données, aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome...

I.3.3- Données : Les données sont les composants les plus intéressants du SIG :

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

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

1. Les données géométriques : renvoient à la forme et à la localisation des objets.

2. Les données graphiques : elles renvoient aux paramètres d'affichage des objets (type de traits, couleurs, épaisseurs, etc....).

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

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

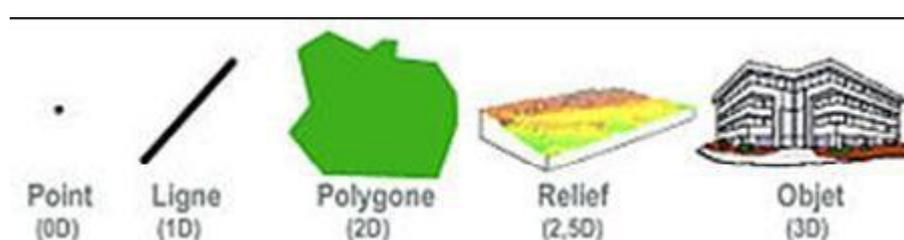


Figure 21 : Taille/Dimension de la représentation de la donnée

I.3.4- Utilisateurs :

Un Système d'Information Géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence. Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

I.3.5-Méthodes :

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

I.4- Représentation des données dans un SIG :

I.4.1-Mode raster :

Les données raster ont comme élément essentiel le pixel (PictureElément). Elles proviennent soit d'un scannage d'une carte, soit d'une imagerie numérique telle que les photos satellitaires. Ce mode décrit l'image sous la forme d'une matrice de pixels. Chaque matrice représente une couche d'information.

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

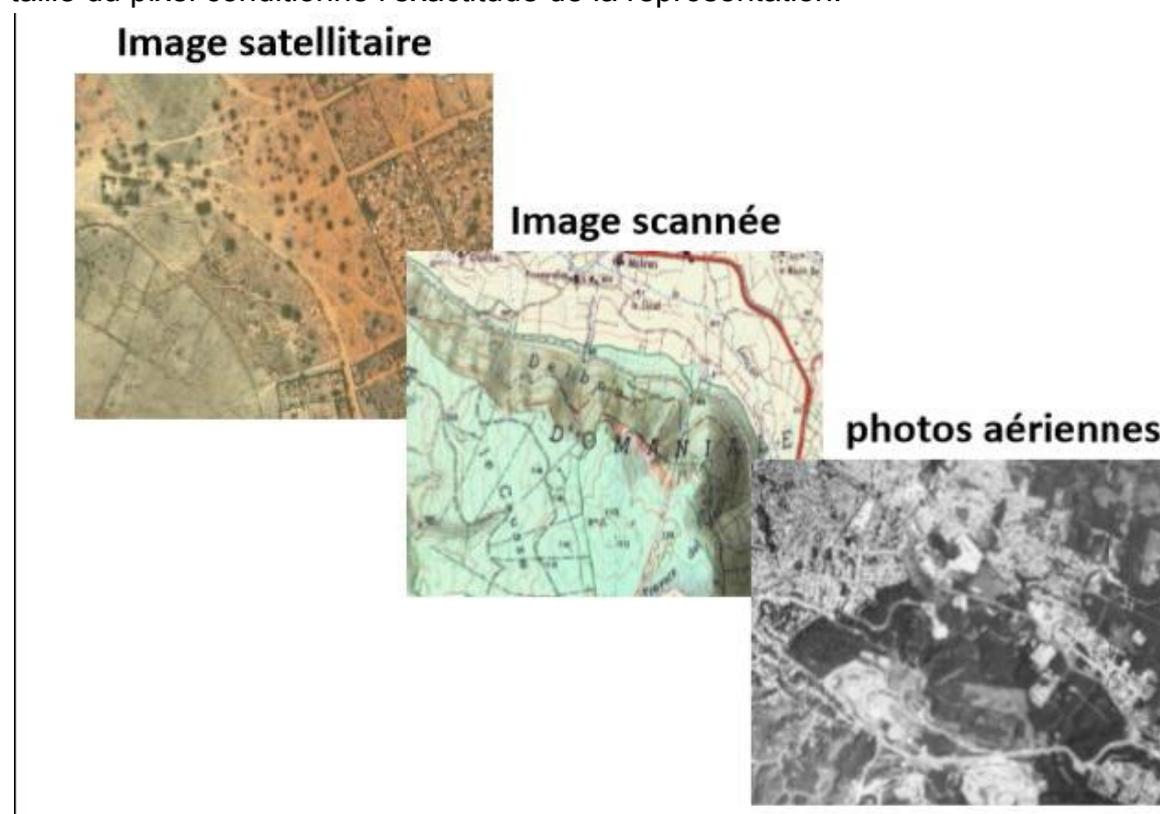


Figure 22 : Différence entre une image satellitaire , scannée et une photos aérienne

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

I.4.2- Mode vecteur:

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

Les points:

Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des polygones, ou par des éléments qui n'ont pas de surface elle comme les points cotés.

Les lignes:

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

Les polygones:

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

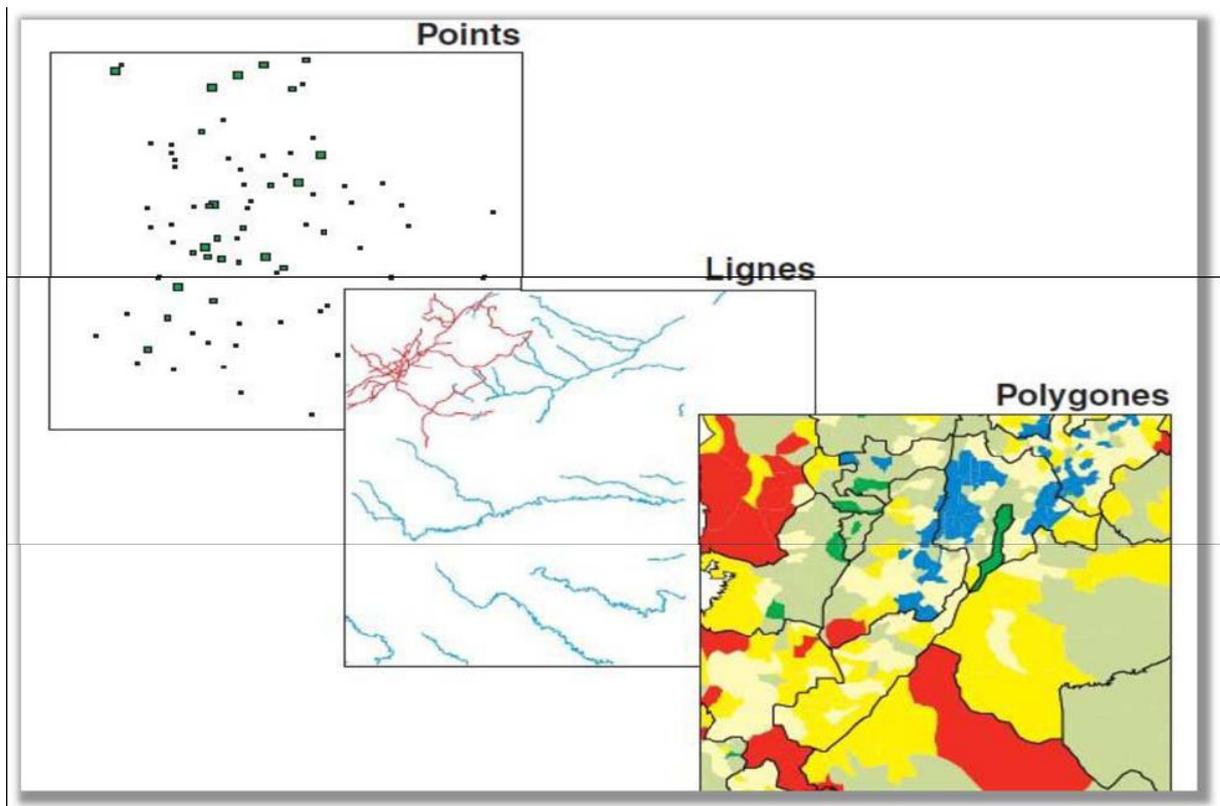


Figure 23 : représentation des données Vecteur dans SIG

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

I.5-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, Chaque mode à ces avantages et ces inconvénients et le recours à l'un ou à l'autre n'est pas toujours une tâche facile, car ce sont les objectifs et surtout les sources de données du projet qui orientent le choix de l'utilisateur. Certaines applications peuvent même faire appel aux deux modes

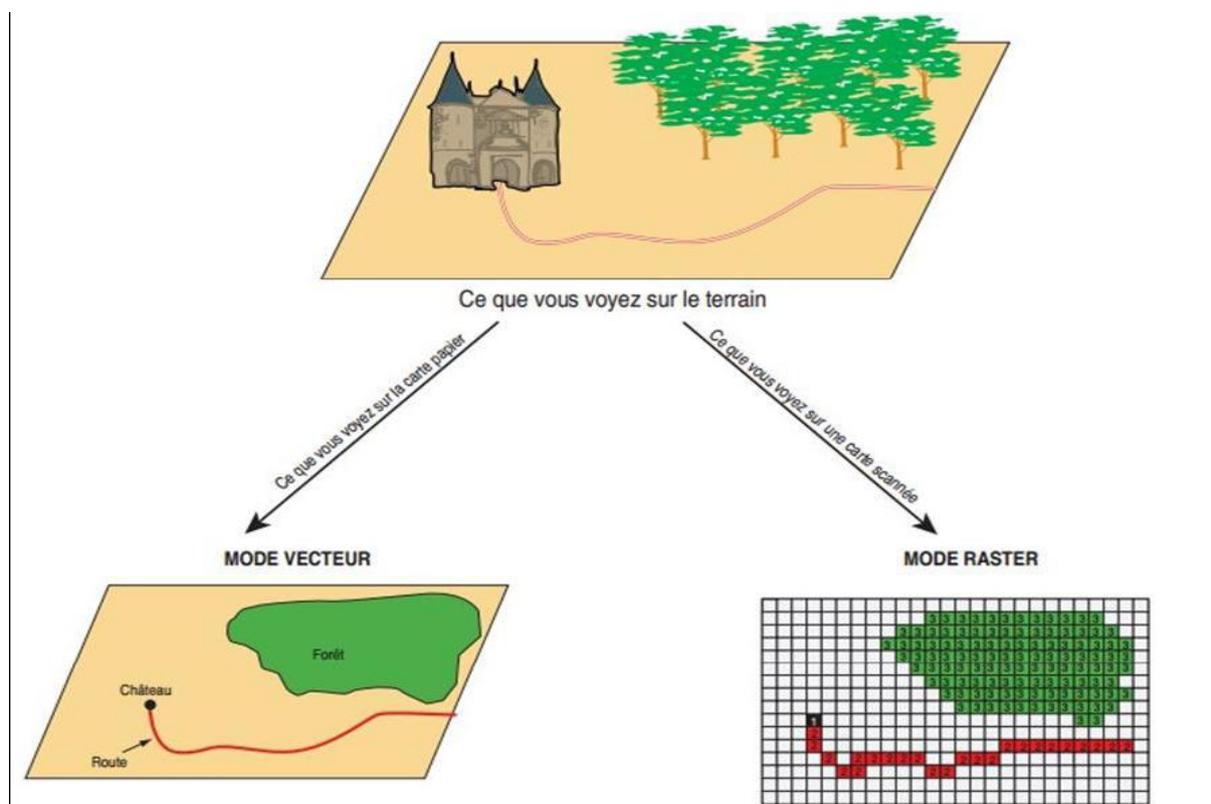


Figure 24: Les modes de représentation de l'information géographique dans le SIG.

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

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

Tableau 4 : comparaison du Mode Vecteur et Raster

I.-6-Les domaines d'application du SIG :

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

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

I.7- Les avantages d'un SIG :

- Les logiciels SIG nous permettent de :

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

- Disposer les objets dans un système de référence géoréférencier.
- Convertir les objets graphiques d'un système à un autre.
- D'extraire tous les objets graphiques situés à une distance donnée d'une route.
- Combinaison d'objets ayant une caractéristique commune (par exemple : toutes les maisons raccordées à un réseau d'eau potable).
- définir les chemins et les itinéraires les plus courts pour accéder à un point donné.
- 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).

II. SIG SOUS ARCGIS :

II.1- Définition du logiciel Arc Gis 10 :

ArcGIS est un logiciel d'exploitation pour les systèmes d'Informations géographiques. C'est un logiciel SIG aux multiples potentialités Utilisé pour traiter, gérer, analyser et modifier les données spatiales. Peut manipuler différents couches. Le seul lien entre cette différente couche est le lien spatial, c'est-à-dire l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées. d'informations spatiales et Offre la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres.

Les professionnels dans de nombreux secteurs utilisent ArcGIS 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 ArcGIS, 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

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

- Accroître la compréhension et la connaissance
- Communiquer plus efficacement

II-2-Présentation du logiciel ArcGIS 10 :

Le logiciel ArcGIS10 comprend trois applications principales :ArcMap, Arc Catalog et ArcToolbox.

II.2.1- ArcMap :

ArcMap représente les informations géographiques sous forme d'un ensemble de couches et les autres éléments sous forme d'une vue de carte. Il y a deux vues cartographiques principales dans ArcMap : le mode Données et le mode Mise en page.

Le bloc de données présente une fenêtre géographique, ou bloc cartographique, dans laquelle vous pouvez afficher et utiliser les informations géographiques sous la forme d'une série de couches. Le mode Mise en page affiche une page dans laquelle sont organisés les éléments cartographiques (par exemple, le bloc de données, une barre d'échelle et un titre de carte) pour l'impression de la carte

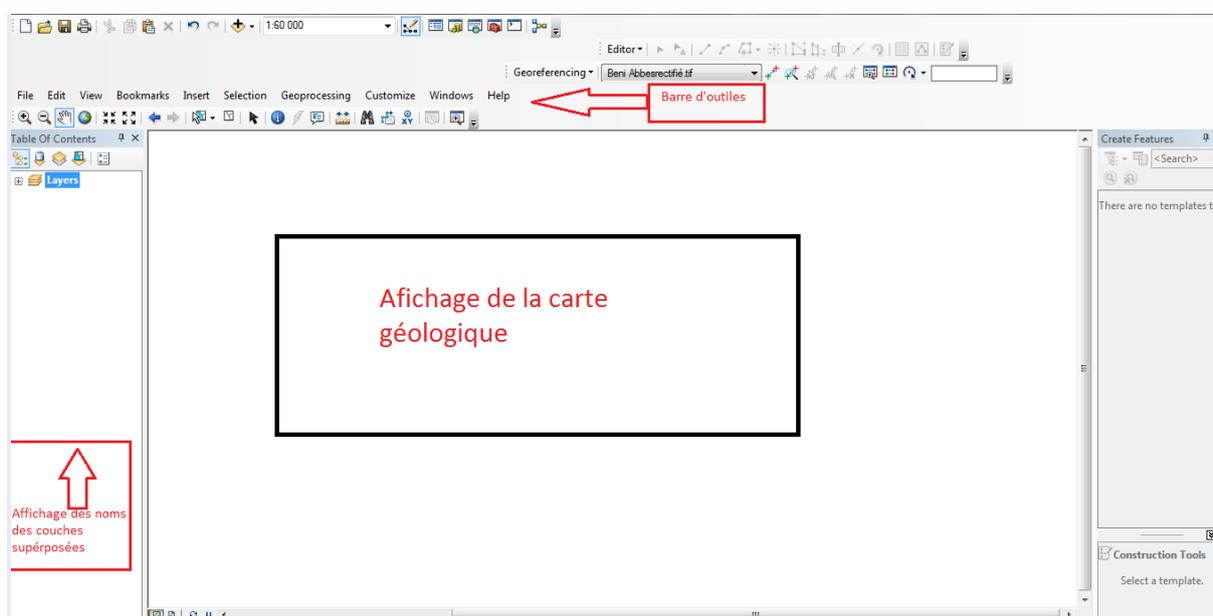


Figure 25 : présentation de fenêtre ArcMaP

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

II.2.2-ArcToolbox :

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

En cliquant sur un outil, une fenêtre correspondant à ce dernier s'ouvre, nous permettant de le paramétrer.

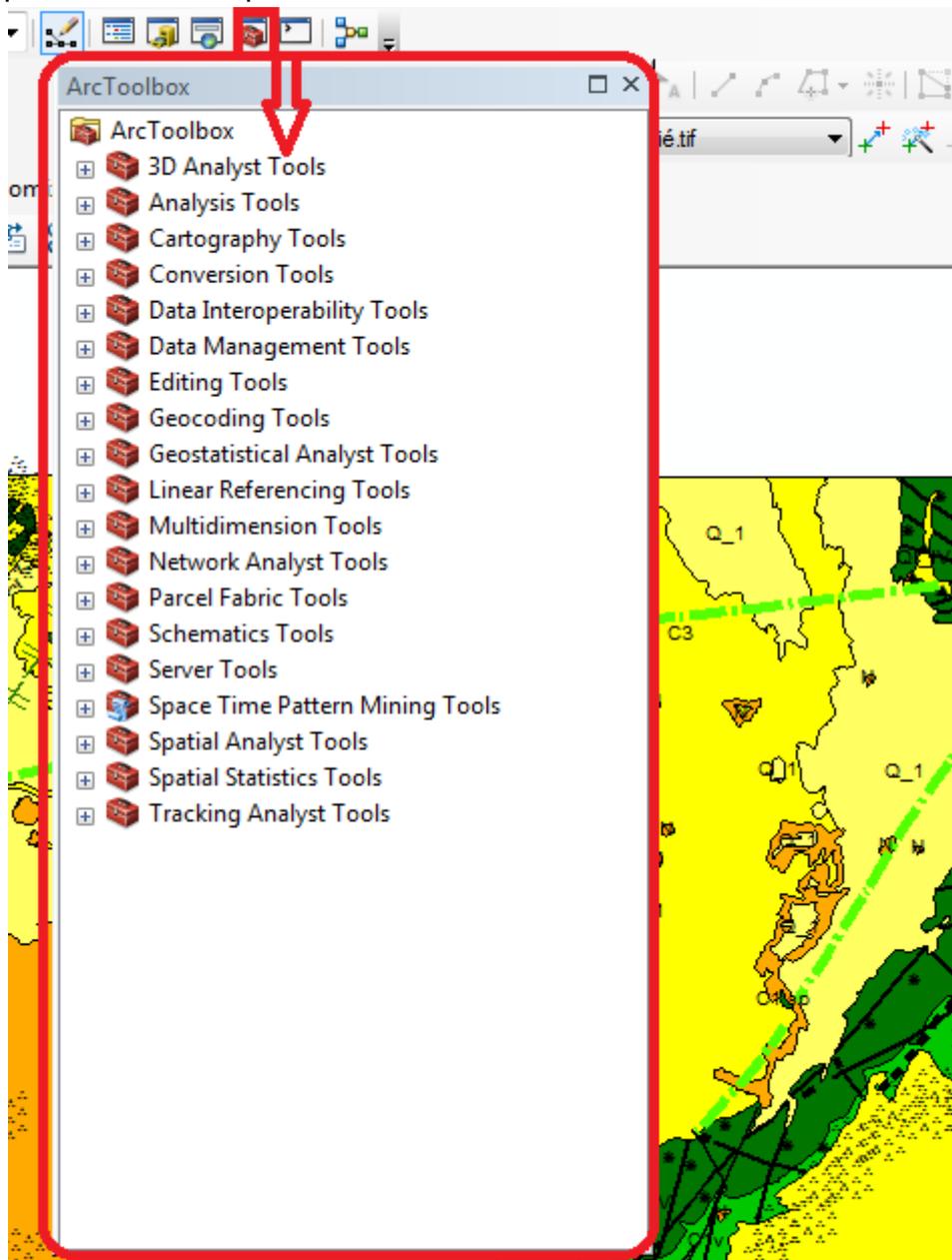


Figure 26 : Fenêtre ArcToolBox.

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

II.2.3-ArcCatalog :

ArcCatalog nous permet de passer en revue, d'organiser, de redistribuer et de modifier les propriétés des données géographiques et cela en employant des méthodes graphiques ou textuelles dans cette interface qu'on exécute les actions suivantes :

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

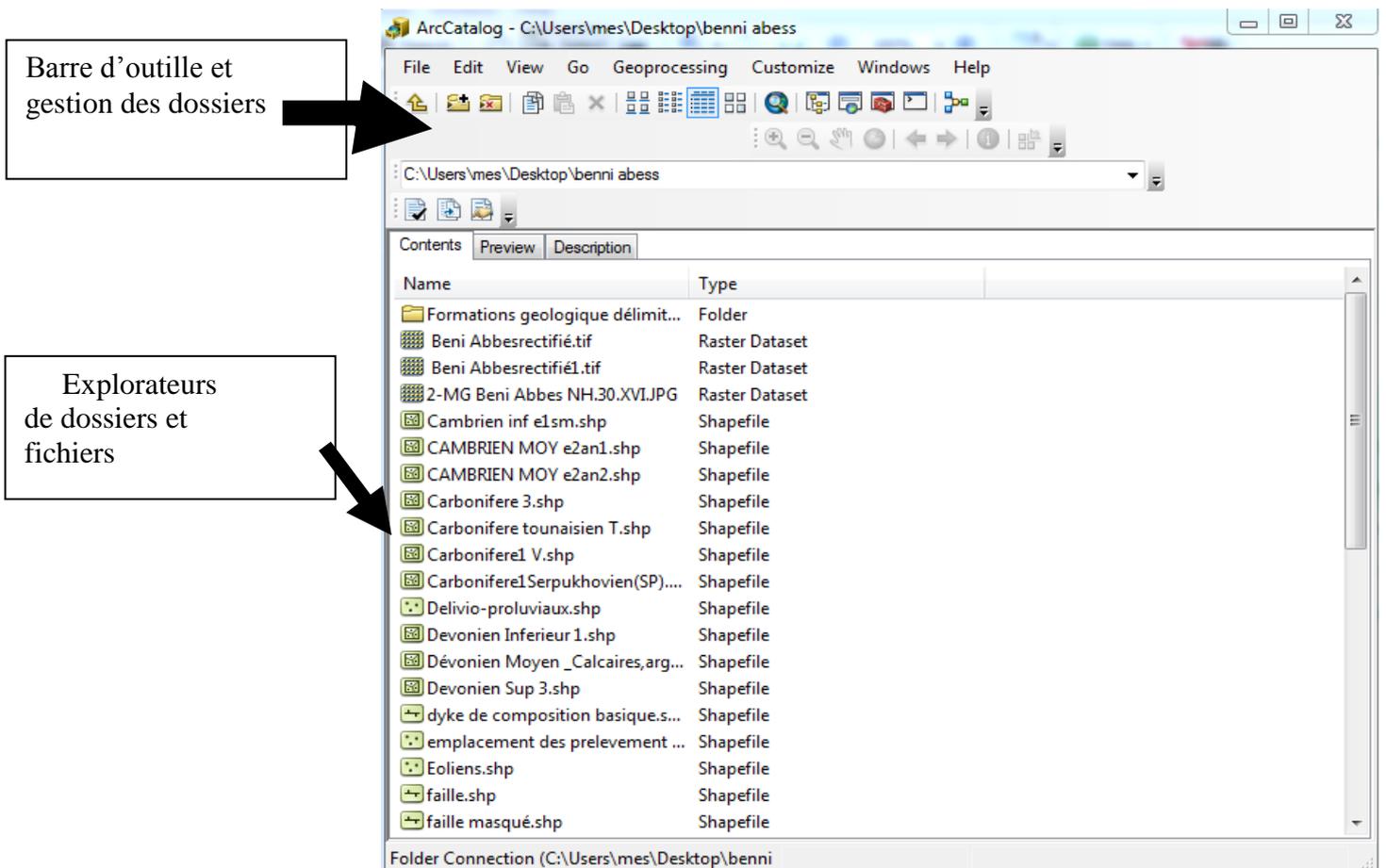


Figure 27:Fenêtre Arc Catalogue

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LE SIG

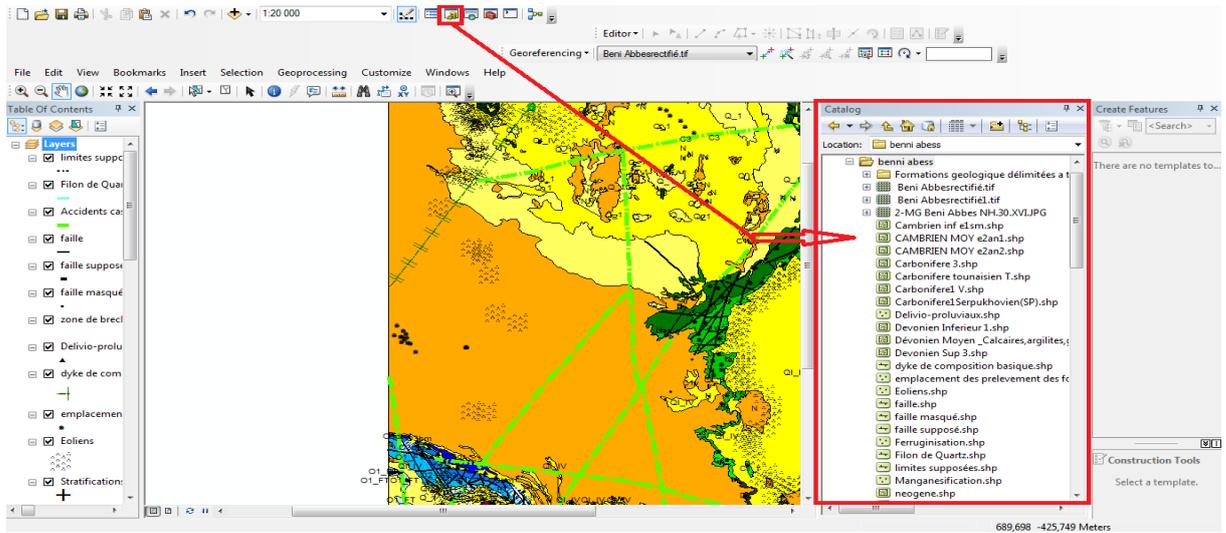


Figure 28 :Fenêtre Arc Catalogue à travers Arc Map

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

Introduction :

ArcGIS est un logiciel que nous avons utilisé dans ce travail à fin d'atteindre l'objectif principal, qui est la cartographie SIG des cartes géologiques de la région l'Ougarta .

La région d'étude couvrant trois cartes géologique à l'échelle de 1/200 000.

La méthode consiste à numériser les cartes, puis vectorisation de chaque carte, préparation d'un fichier Excel pour les toponymies et la minéralisation, intégration du fichier Excel dans le logiciel ArcGIS, mise en page des cartes géologiques et finalement leur impression.

I. ETAPES SUIVIES POUR LE TRAITEMENT ET VECTORISATION DES CARTES :

I.1- Rappels théoriques :

I.1.1-Système de Coordonnées de Référence :

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

I.1.1.a-Systèmes de coordonnées géographiques :

Un système de coordonnées géographiques (GCS, geographic Coordinate System) utilise une surface sphérique à trois dimensions pour définir des emplacements sur la Terre. Un GCS est souvent confondu avec un DATUM, lequel n'est en fait qu'une partie d'un GCS, ce dernier comprend une unité angulaire de mesure, un méridien principal et un DATUM (basé sur un ellipsoïde).

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

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

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

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

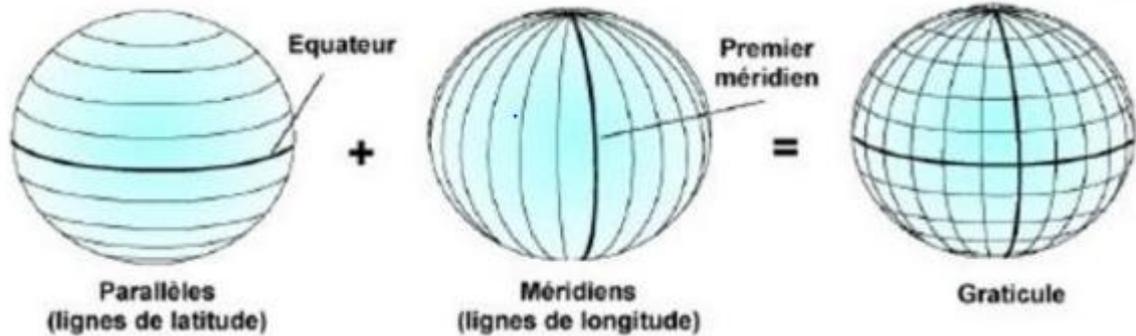


Figure 29 : Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.

On appelle DATUM, le système de coordonnées géographiques 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.

I.1.1.b-Systèmes de coordonnées projetés :

Un système de coordonnées projetées se définit sur une surface plane, à 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.

I.2-ETAPES DE VECTORISATION :

I.2.1- 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 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 :

- 1) Démarrer ArcCatalog.

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

2) Se connecter à un dossier qui contient les données Raster.

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).(fig 29).

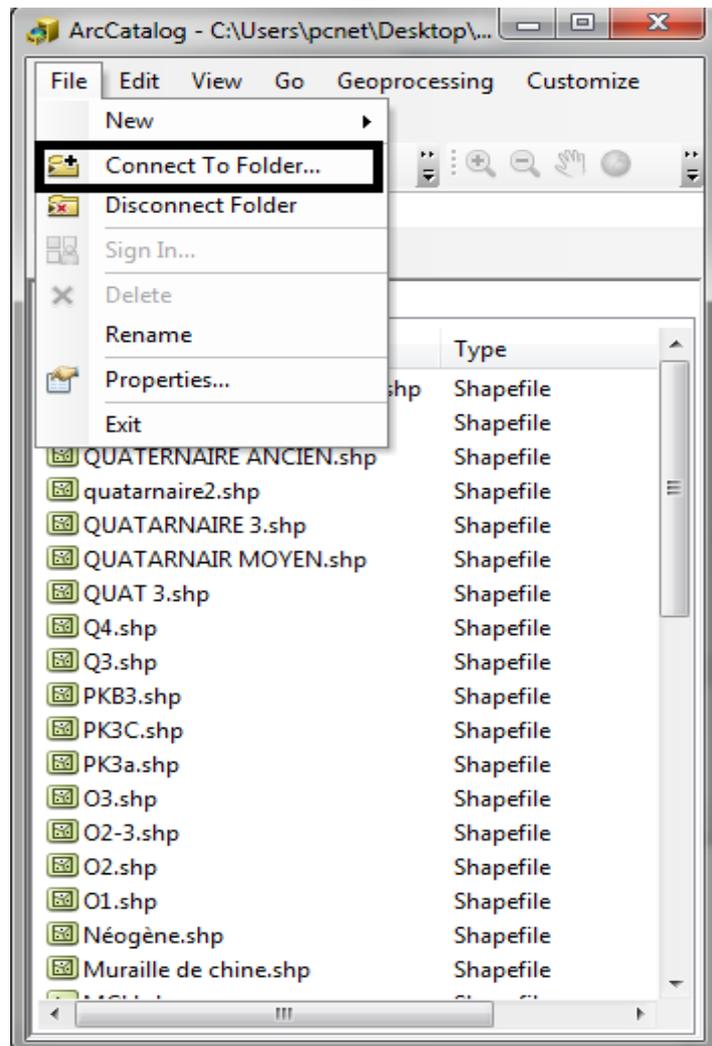
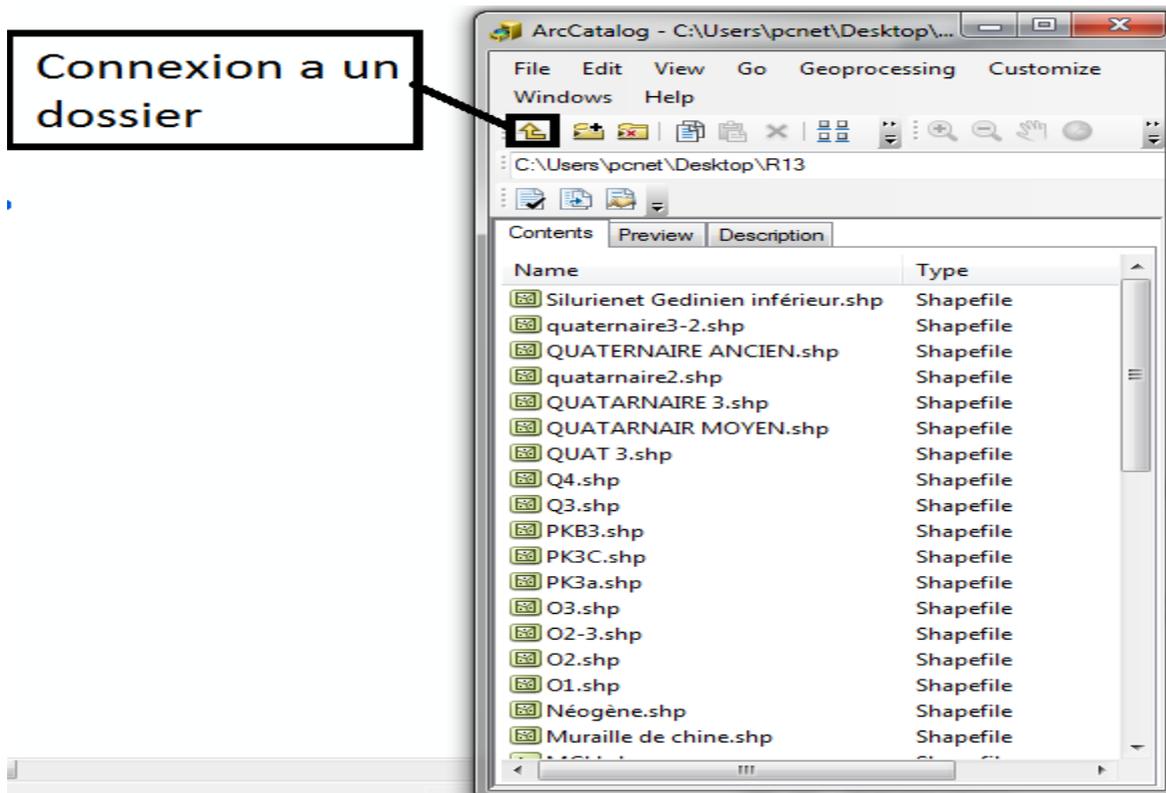


Figure 30: Connexion à un dossier via ArcCatalog .

Pour la deuxième méthode il suffit de cliquer sur la flèche jaune sur la barre d'outils d'ArcCatalog → Notre Dossier.(fig 30).

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude



.Figure 31 : Connexion à un dossier via ArcCatalog (2).

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

-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_Zone 30N pour nos cartes.) → Ok.(fig 30).

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

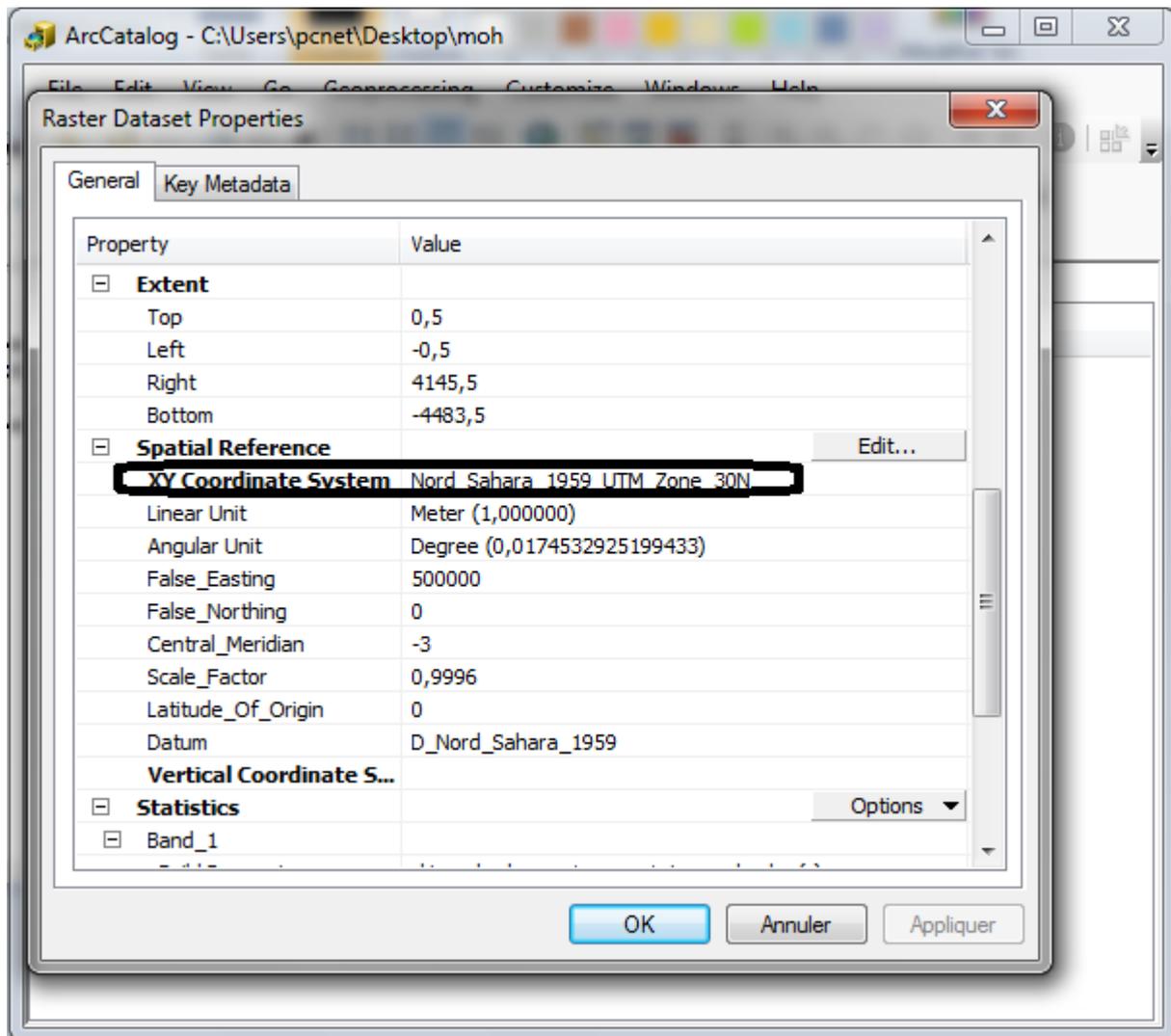


Figure 32 : Attribution d'un système de coordonnées projetés via ArcCatalog.

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

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

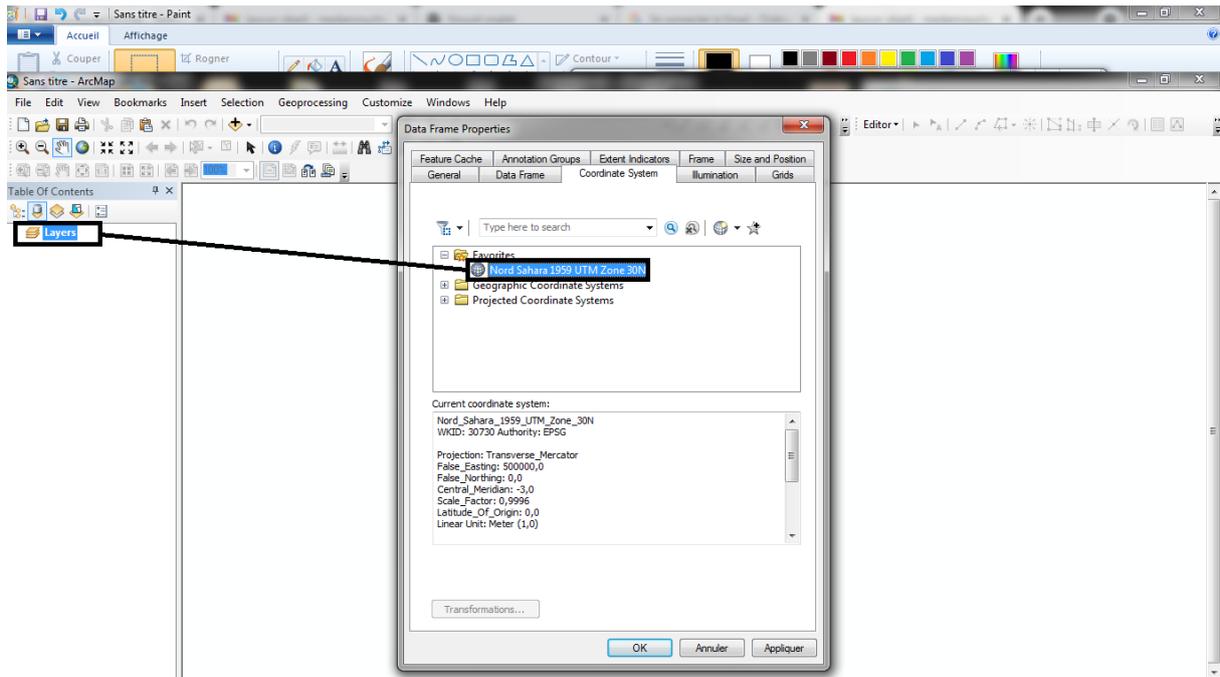


Figure 33 : Attribution d'un système de coordonnées via ArcMap.

-Importation de la carte à géoréférencer 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.

- 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.

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

Afin de géo référencier la carte on procède comme suit :

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

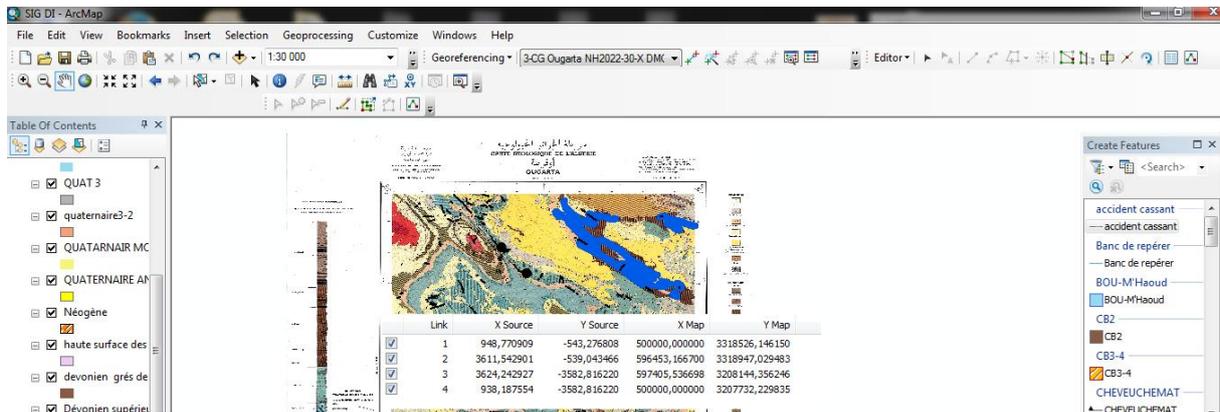


Figure 34: Calage de la carte géologique.

1.2.2-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.

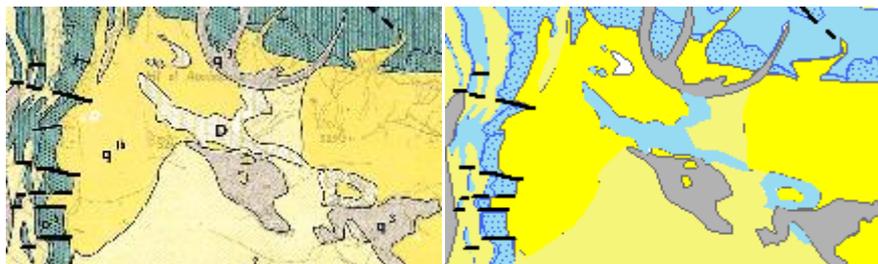


Figure 35 : De la carte l'image vers vecteur.

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

Les étapes suivies pour la vectorisation sont les suivantes :

- 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

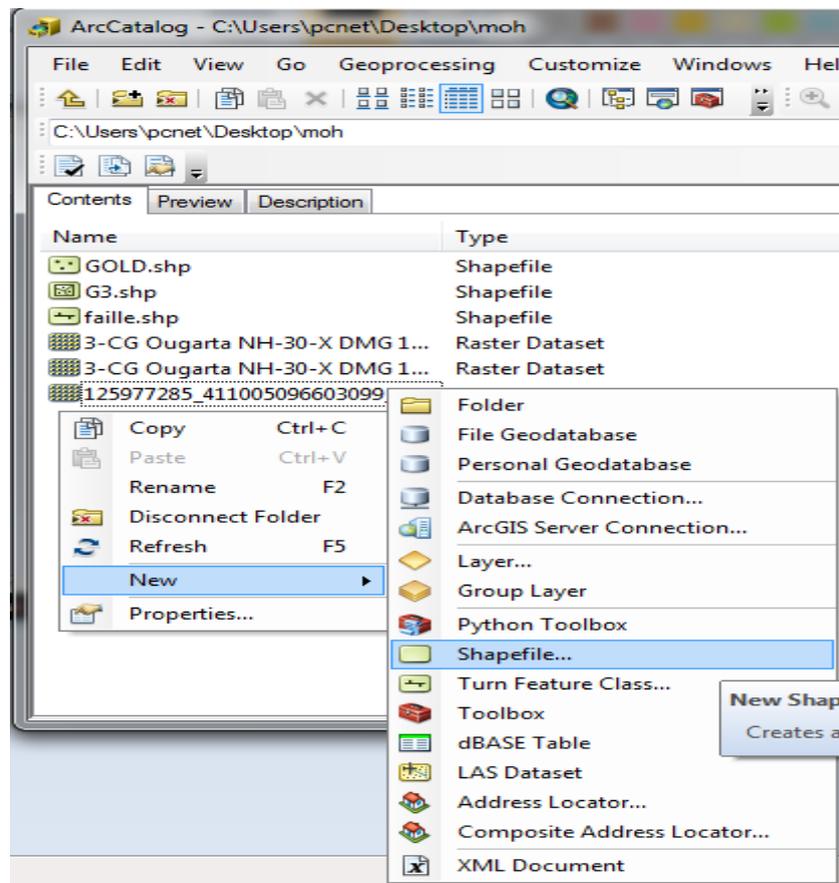


Figure 36 : Créer un fichier de formes.

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).

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

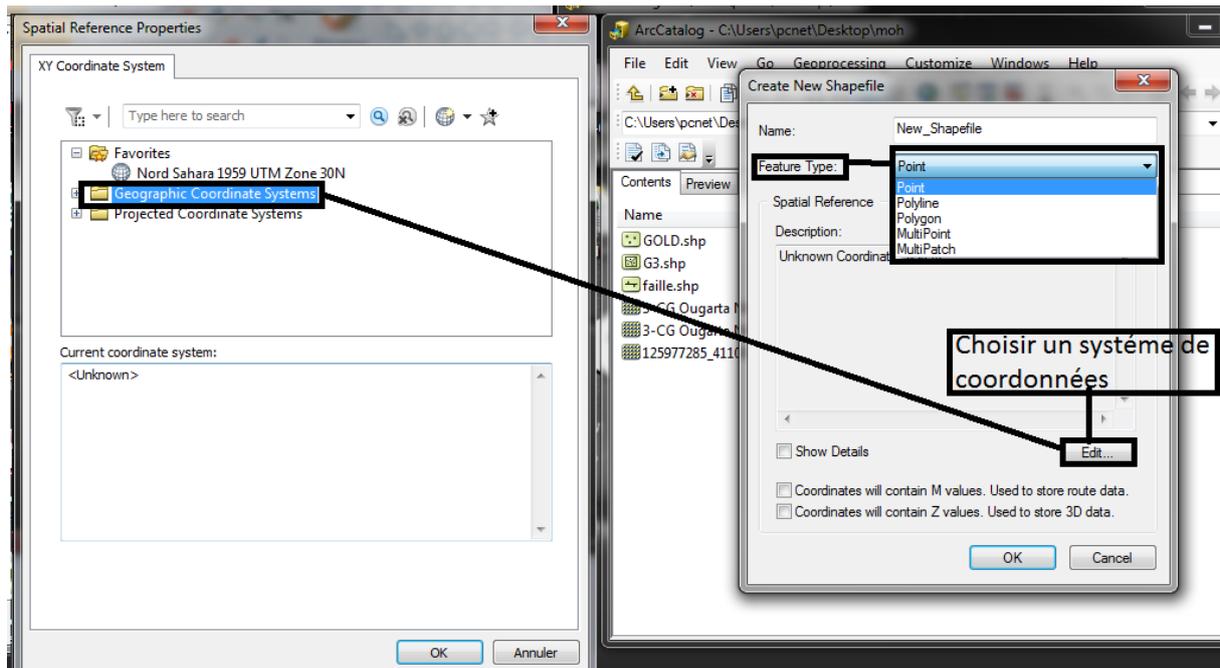


Figure 37 : Choix du type d'entité et du système de coordonnées.

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

- Entamer la vectorisation dans ArcMap via l'outil Editeur :

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

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

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

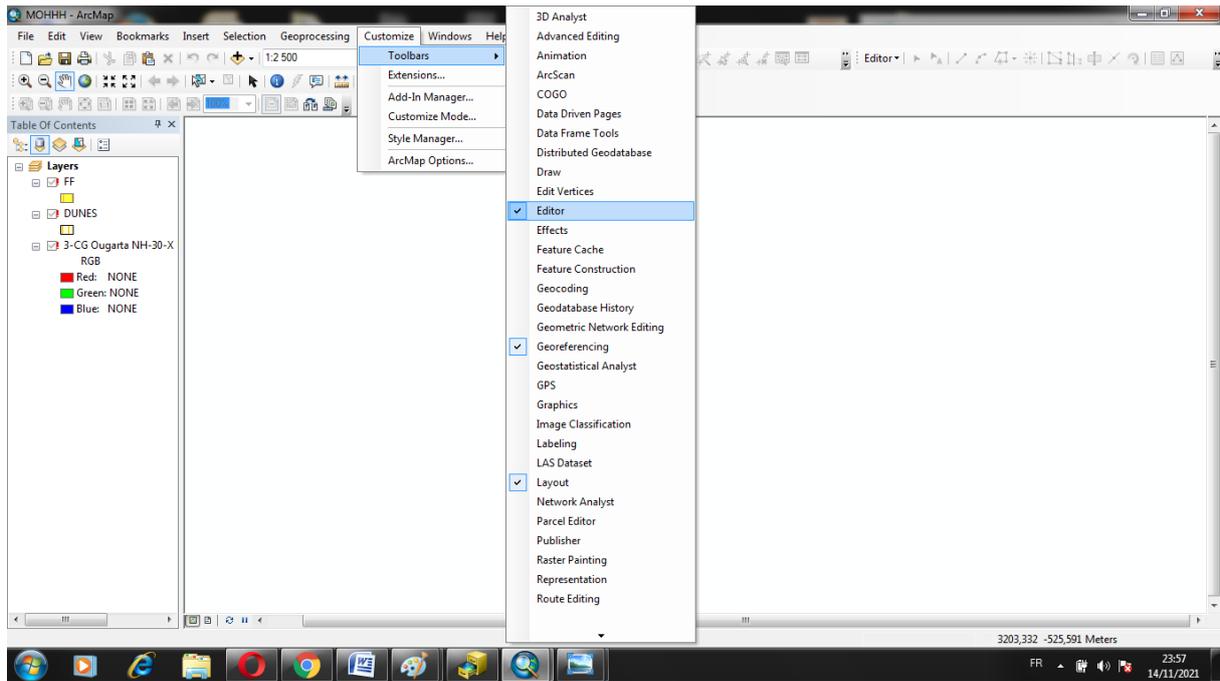


Figure 38 : Activer l'outil Editeur.

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

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

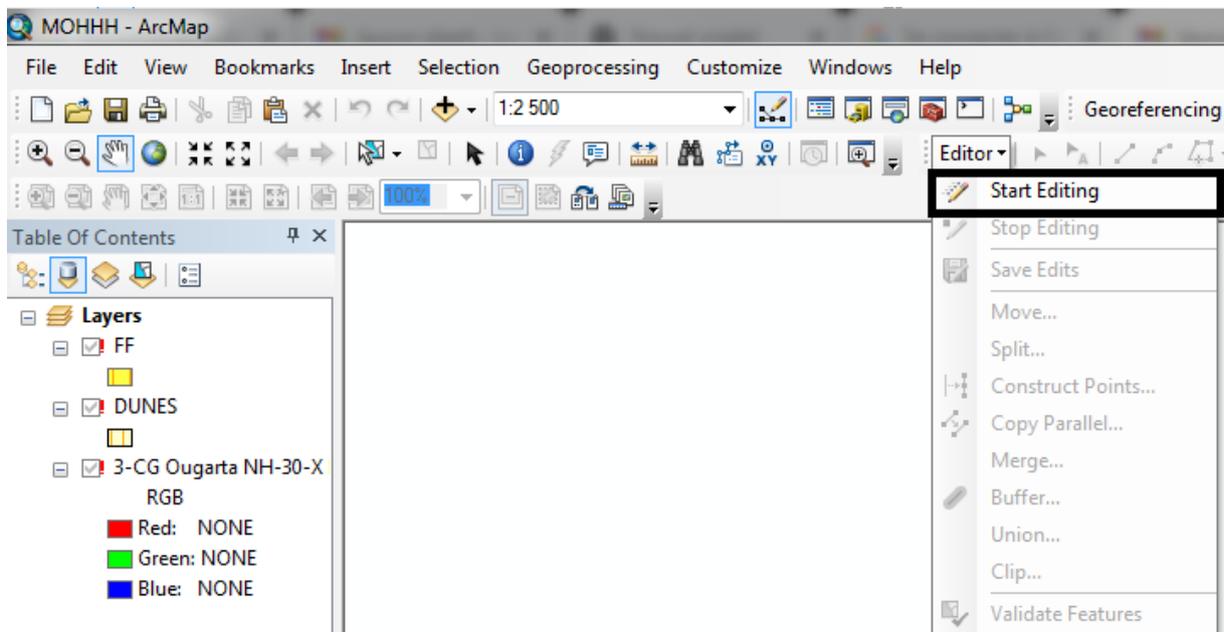


Figure 39 : Ouvrir une nouvelle session de mise à jour.

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

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

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

I.2.2.a- Vectorisation surfacique « Polygone » :

Les entités surfaciques sont des surfaces entièrement fermées par des segments de ligne droite, des arcs circulaires, des arcs elliptiques et des courbes de Bézier entre les sommets. Elles permettent de représenter des entités naturelles et conformes à l'exécution qui sont dotées de régions planes fermées.

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

On prend exemple la carte d'In Ouzzal pour démontrer les différentes étapes suivies pour la vectorisation des cartes.

- **La Lithostratigraphie :**

Pour procéder à la vectorisation des couches lithostratigraphiques on a commencé par la vectorisation de la formation lithostratigraphique « Quaternaire ».

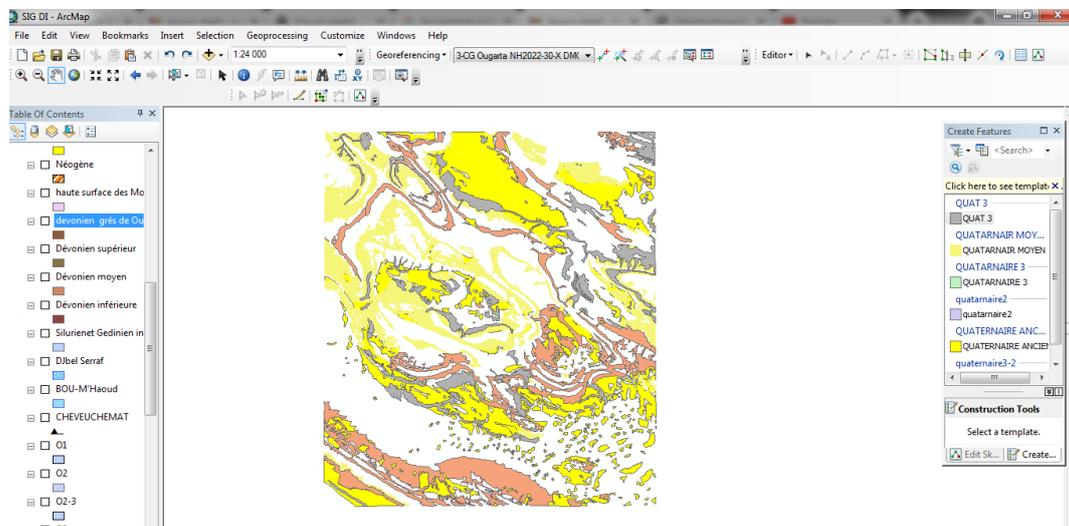


Figure 40 : Vectorisation de l'entité polygonale "Quaternaire".

En procédant de la même manière pour toutes les entités lithostratigraphiques constituant (pour cet exemple) la carte d'Ougarta, nous avons pu vectoriser les quatorze couches « Polygones » représentant les formations lithostratigraphiques.

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

I.2.2.b-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 de sujets linéaires et curvilignes dotés d'une longueur, mais sans surface.

- **Tectonique :**

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

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

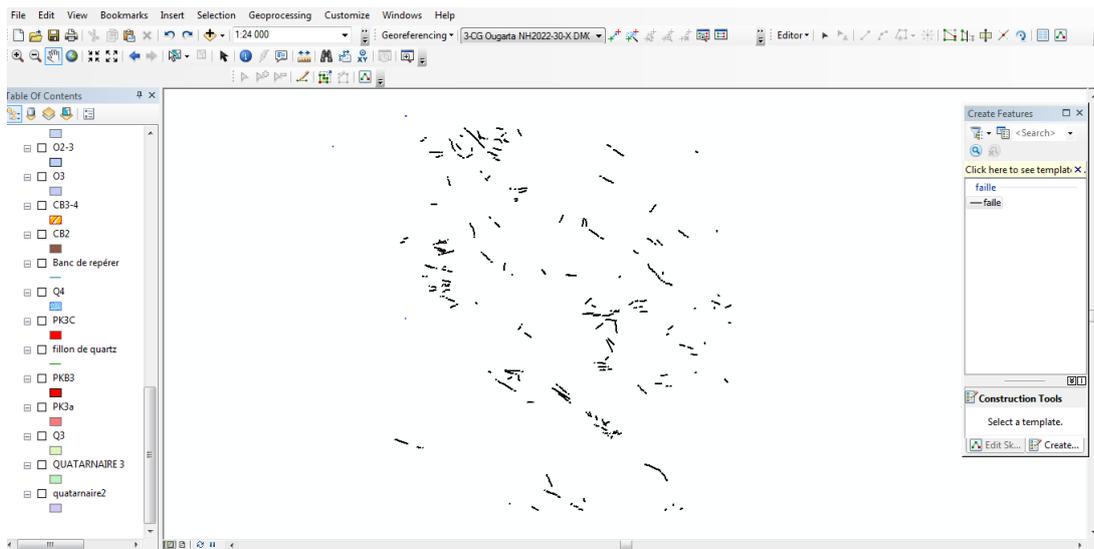


Figure 41: Exemple de vectorisation linéaire (Failles).

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

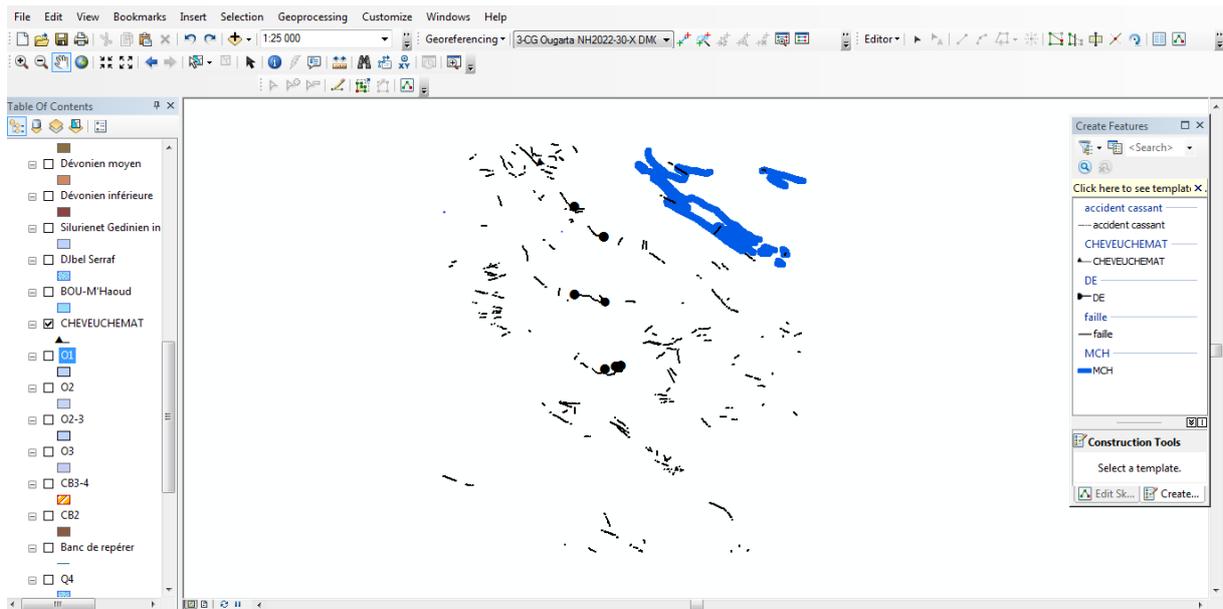


Figure 42: Vectorisation linéaire complété de la feuille de l'Ougarta

I.2.2.c- Vectorisation l'information Ponctuelle (Point) :

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

La 1ere partie de la vectorisation des puits suit les mêmes étapes que la

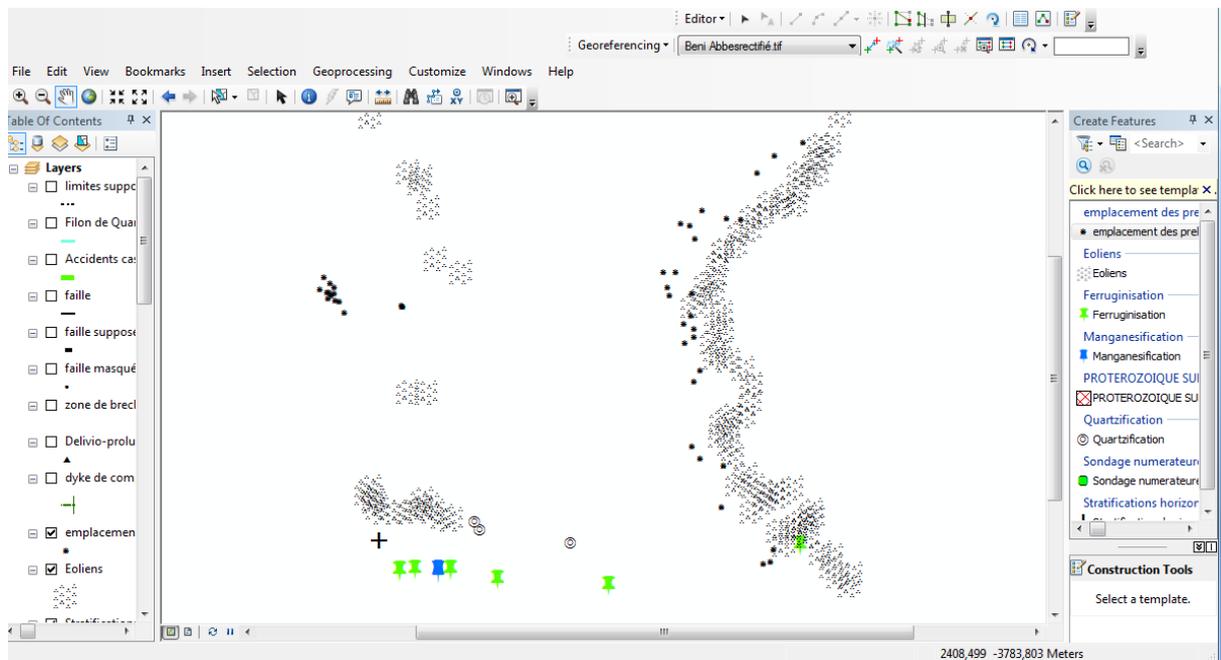


Figure N° 41 : Vectorisation des formations ponctuelles (puits) de la feuille de Benni Abbes

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

vectorisation linéaires (les mêmes étapes pour la création d'un fichier de forme sauf qu'il faudra changer le type d'entités en point).

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

I3													=F3+(G3/60)+(H3/3600)	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	NUM	D	M	S	DD	d	m	s	dd	X(long)	Y(lat)	Ets principaux	Ets secondaires	
2	1	29	59	9	29,98583333	2	56	46	2,94611			CUIVRE-plomb	ag-or-	indcees
3	2	29	53	0	29,88333333	2	47	20	2,78889			CUIVRE		indcees
4	3	29	52	30	29,875	2	44	0	2,73333			Manganès		indcees
5	4	29	51	10	29,85277778	2	41	30	2,69167			Manganès		indcees
6	6	29	50	20	29,83888889	2	36	50	2,61389			PLOMB-Mangèse		indcees
7	7	29	19	20	29,32222222	2	4	30	2,075			Cuivre		indcees
8	8	29	49	10	29,81944444	2	40	30	2,675			Plomb-Manganèse-zinc	jjj	indcees
9	9	29	47	30	29,79166667	2	37	50	2,63056			CUIVRE		indcees
10	10	29	46	15	29,77083333	2	38	10	2,63611			cUIVRE		indcees
11	11	29	45	55	29,76527778	2	37	40	2,62778			CUIVRE		indcees
12	12	29	45	25	29,75694444	2	38	20	2,63889			CUIVRE		indcees
13	13	29	42	25	29,70694444	2	14	55	2,24861			cuivre-a-Antimoine		indcees
14	14	29	38	10	29,63611111	2	10	5	2,16806			cuivre-Arsénio-Antimoine		indcees
15	15	29	37	45	29,62916667	2	8	25	2,14028			cuivre-Plomb-Baryte		indcees
16	16	29	36	0	29,6	2	20	0	2,33333			Baryte		indcees
17	17	29	36	40	29,61111111	2	21	0	2,35			Kaolin		indcees
18	18	29	35	15	29,5875	2	18	40	2,31111			Plomb-Baryte		indcees
19	19	29	34	0	29,56666667	2	0	35	2,00972			Manganès		indcees
20	20	29	32	55	29,54861111	2	17	10	2,28611			CUIVRE		indcees
21	21	29	32	20	29,53888889	2	16	15	2,27083			Cuivre		indcees
22	22	29	31	40	29,52777778	2	0	45	2,0125			CUIVRE-Or		indcees
23	23	29	32	5	29,53472222	2	19	25	2,32361			Plomb-Manganès		indcees
24	24	29	29	20	29,48888889	2	12	25	2,20694			Cuivre		indcees
25	25	29	27	30	29,45833333	2	43	20	2,72222			Cuivre-Thorium		indcees
26	26	29	21	0	29,35	2	42	30	2,70833			Cuivre-Argent		indcees
27	27	29	27	0	29,45	2	47	0	2,78333			Cuivre-Argent		indcees
28	28	29	24	0	29,4	2	7	50	2,13056			Cuivre-Baryte		indcees
29	29	29	23	30	29,39166667	2	3	45	2,0625			Cuivre-Baryte		indcees
30	30	29	25	15	29,42083333	2	71	45	3,19583			Cuivre-Baryte		indcees
31	31	29	22	45	29,37916667	2	2	0	2,03333			Cuivre		indcees
32	32	29	22	35	29,37638889	2	31	50	2,53056			Cuivre-Argent		indcees
33	33	29	20	0	29,33333333	2	0	30	2,00833			Cuivre-Argent		indcees
34	34	29	49	45	29,82916667	2	47	30	2,79167			Uranium-Horium		indcees

Tableau 5 :Position géographique des indices de la région

- Après la préparation des fichiers Excel, il est intégré dans ArcMap, suivant les méthodes propres et finales, les points de localisation géographiques de chaque élément principal affichés en ArcMap.
- Ce dernier doit être exporté sur ArcGIS sous format shapefile, ce qui sera interprété par le logiciel SIG comme des entités vectorielles (points) représentant les indices de la carte au format vecteur réalisée sur une base raster publiée. Dans le

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

but de convertir le fichier Excel en fichier shapefile, il faut suivre les étapes ci-dessous :

Fichier Ajouter des données Ajouter des données XY...

Choisir la table modifier la référence spatial en choisissant « système de coordonnées projeté ». ok.

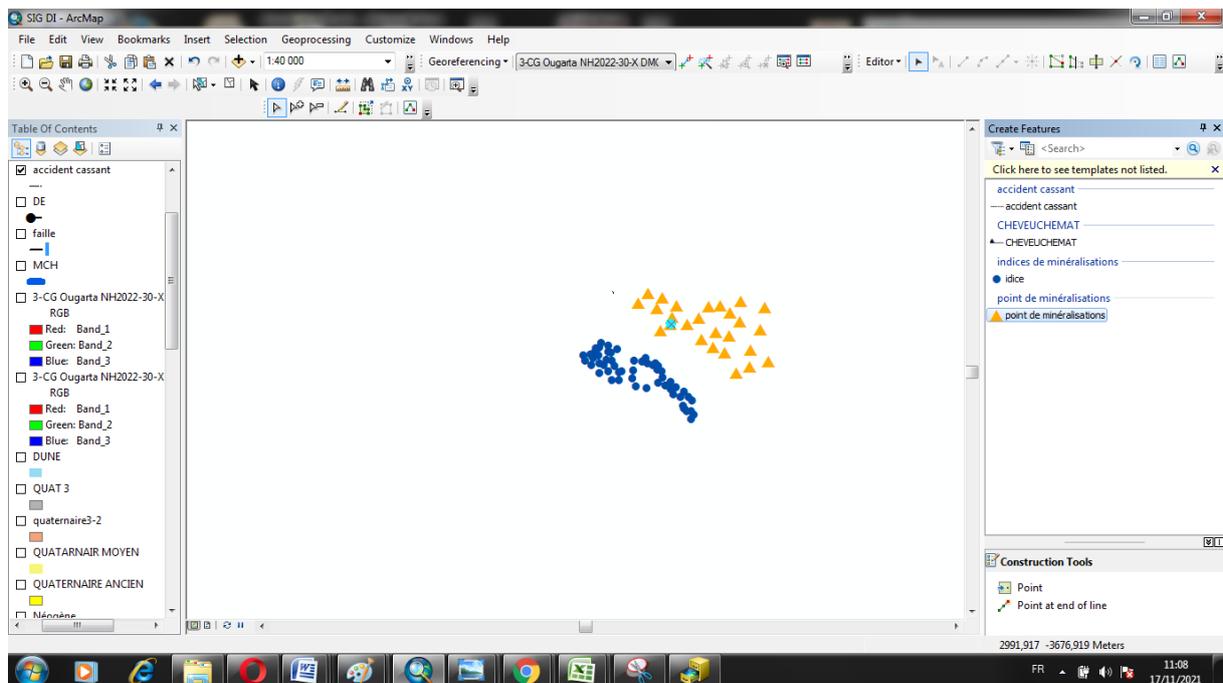


Figure 42 :Vectorisation des indices

Mise en page :

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

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

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

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

- Pour peaufiner le projet, on sélectionne la mise en page dans le menu :Affichage Mode mise en page ou en cliquant sur le symbole de mise en page.
- Pour ajouter des éléments indispensables à notre carte on est allé dans le menu puis insérer et ensuite sélectionné l'item désiré.
- Lorsque la mise en page est terminée, on a le choix entre imprimer (menu fichier Imprimer) ou bien d'exporter cette mise en page afin de pouvoir l'insérer dans un document.
- Pour exporter : menu fichier Exporter la carte :La carte géologique SIG est généralement exporté en format JPEG ou .TIF avec une résolution minimale de 300dpi, ce qui permet conserver les détails de la carte .
- L'impression des cartes :ces carte sont enfin imprimées sous un format adéquat (A0 ou A1) à fin de mieux illustrer ses elements constitutifs
- Les trois cartes exportées puis imprimées et inserrées comme annexe hors texte

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

CONCLUSION GENERAL :

Un SIG 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.

Dans le présent mémoire nous nous sommes concentré sur la réalisation d'une cartographie SIG des cartes géologiques au 1 /200 000 des cartes benni abess, l'Ougarta et Oglet Berraber.

Plusieurs étapes ont été nécessaires pour réaliser ce travail.

La première étape de ce travail a consisté à réaliser une recherche bibliographique, la documentation susceptible de contenir des informations concernant la cartographie et la description géologique de notre région d'étude.

La deuxième étape c'est la réalisation d'une synthèse géologique et gîtologique de la région d' étude.

La troisième étape, la plus cruciale, c'est la partie pratique ou nous avons utilisé le logiciel ArcGIS. Elle commence d'abord par l'importation d'une carte géologique (image scannée) en format raster dans le logiciel et lui attribué sa référence spatiale et enfin procéder à sa vectorisation.

L'élaboration du SIG est achevée quand la vectorisation est terminée. Les données sur la minéralisation sont ensuite intégrées dans le logiciel à partir d'un fichier Excel puis affichées dans ArcMap sous forme de couches d'informations vectorielles.

Les cartes SIG obtenues peuvent être exportées puis imprimées sous forme de document en papier pour être utilisées par une société ou une campagne d'exploration minière. Quant au SIG réalisé, il représente une nouvelle forme de données numériques susceptibles d'être manipulées par les moyens Informatiques pour en déduire, en fonction des besoins, différentes interprétations.

Dans le cadre de l'exploration minière, les SIG vont permettre une connaissance

Précise de la structure géologique des sols, la prospection minière, la contrainte des terrains, les caractéristiques des tracés de la ressource, l'implantation et les caractéristiques des éléments exploitées.

Chapitre IV : Sig appliquée à La région d'étude

Finalemment, les couches SIG peuvent être entrées dans des logiciels statistiques afin d'appliquer des analyses plus ou moins dans des programmes de simulation afin de modéliser des phénomènes.

CONCLUSION GENERAL :

Un SIG 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.

Dans le présent mémoire nous nous sommes concentré sur la réalisation d'une cartographie SIG des cartes géologiques au 1 /200 000 des cartes benni abess, l'Ougarta et Oglet Berraber.

Plusieurs étapes ont été nécessaires pour réaliser ce travail.

La première étape de ce travail a consisté à réaliser une recherche bibliographique, la documentation susceptible de contenir des informations concernant la cartographie et la description géologique de notre région d'étude.

La deuxième étape c'est la réalisation d'une synthèse géologique et gîtologique de la région d' étude.

La troisième étape, la plus cruciale, c'est la partie pratique ou nous avons utilisé le logiciel ArcGIS. Elle commence d'abord par l'importation d'une carte géologique (image scannée) en format raster dans le logiciel et lui attribué sa référence spatiale et enfin procéder à sa vectorisation.

L'élaboration du SIG est achevée quand la vectorisation est terminée. Les données sur la minéralisation sont ensuite intégrées dans le logiciel à partir d'un fichier Excel puis affichées dans ArcMap sous forme de couches d'informations vectorielles.

Les cartes SIG obtenues peuvent être exportées puis imprimées sous forme de document en papier pour être utilisées par une société ou une campagne d'exploration minière. Quant au SIG réalisé, il représente une nouvelle forme de données numériques susceptibles d'être manipulées par les moyens Informatiques pour en déduire, en fonction des besoins, différentes interprétations.

Dans le cadre de l'exploration minière, les SIG vont permettre une connaissance

Précise de la structure géologique des sols, la prospection minière, la contrainte des terrains, les caractéristiques des tracés de la ressource, l'implantation et les caractéristiques des éléments exploitées.

Finalement, les couches SIG peuvent être entrées dans des logiciels statistiques afin d'appliquer des analyses plus ou moins dans des programmes de simulation afin de modéliser des phénomènes.

Références bibliographiques

1. **AHMED. NEDJARI, RACHID AÏT OUALI, RACHID HAMDIDOUCHE, AZZEDINE BENHAMOUCHE*, FARIDA DEBAGHI, FARID AMROUCHE ET KAMEL MESSAMR** (La Géologie saharienne revisitée) (1980, 2009)
2. **AIT OUALI. R. & NEDJARI. A.** (2006) – Le Bassin d'Ougarta : Une mobilité permanente au Paléozoïque.
3. **AIT KACI .A.** (1990) – Evolution lithostratigraphique et sédimentologique du Cambrien des Monts d'Ougarta (Sahara algérien nord-occidental), *Thèse. Doct. 3ème cycle*. U.S.T.H.B., Alger.
4. **ALIMEN H. LE MAITRE D., MENCHIKOFF N. PETTER G. & POUYETO. A.** (1952) – Les chaînes d'Ougarta et la Saoura
5. **CHIKHAOUI. M.** (1974) – Les ignimbrites et les roches basiques du Précambrien supérieur des Monts d'Ougarta (Saoura). *Thèse Doct. 3ème Cycle, Fac. Sci.*, Alger,
6. **CHIKHAOUI. M.** 1974 - Les ignimbrites et les roches basiques du Précambrien supérieurs des Ougarta (Saoura). *Thèse de 3ème cycle; Alger*, 150
7. **COLLOMB . P. & DONZEAU. M.** (1974) – Relations entre Kink-bands décamétriques et fractures de socle dans l'Hercynien des Monts d'Ougarta (Sahara occidental, Algérie). *Tectonophysics* Amsterdam., n°24, pp. 142-213.
8. **CHIKHAOUI. M.** et **DONZEAU. M.**, 1972 - Le passage Précambrien-Cambrien dans les monts d'Ougarta : le conglomérat du Djebel Ben Tadjine (Saoura, Sahara algérien Nord-Occidental) *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.*, Alger, 63, (1/2), pp. 51-62.
9. **CABY**, (1967, 1970, 1983). **HOLLARD**, 1970, **WENDT**, 1985 **BOUIMA** et **MEKKAOUI**, 5003 **ARBEY** (1968, 1971 et 2006).
10. **DONZEAU. M.**, 1983 - Tectonique des monts d'Ougata. In : **FABRE. J.** (Ed), *Afrique de l'Ouest. Introduction géologique et termes Stratigraphiques. Lexique Stratigraphique international, Nouvelles séries 1.* Pergamon Press, Oxford, UK, pp. 118-120.

- 11.DONZEAU.M.** (1974) – L’Arc Anti-Atlas- Ougarta. (Sahara Nord-occidental, Algérie-Maroc). *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 278, D, 417-419.
- 12.DONZEAU .M.**, 1972 - Les déformations hercyniennes dans le Paleozoïque des Monts d’Ougarta(Sahara occidental algérien). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, Ser. D, 274 : 3519- 3522.
- 13.DONZEAU.M.** 1971 - Etude structurale dans le Paléozoïque des Monts d’Ougarta. Thèse 3^{ème} cycle,Fac. Sci. Oray, France.
- 14.FABRE 2005**
- 15.GOMEZ-SILVA M., PACAUD M. & WIEL F.** (1963) – Contribution à l’étude duCambro-Ordovicien des Monts d’Ougarta.
- 16.HAMDIDOUCHE .R., NEDJARI.A.** et **AÏT OUALI,**
R(l’aventure de la région de l’ougarta au cours du Paléozoïque).
- 17.HERVOUET ET DUEE,**1996
- 18.JOLY FERNAND, DEWOLF YVETTE, FREYTET PIERRE,**
SIMONIN ANDRE, ROUGERIE Gabriel. Les monts d'Ougarta. In: *Revue de géographie alpine*,.
- 19.LE GRAND PH.** (1977) – Les chaînes d’Ougarta au Sahara algérien. In: Martisson A. éd. TheSilurian- Devonian Boundary. *IUGS SériesA.* 5, *schweizerbart'sche*; Stuttgart, p. 195-202.

Liste des figures :

Figure 1: Situation géographique de la chaîne de l'Ougarta en Algérie.....	3
Figure 2 : Situation géographiques de notre région d'étude.....	5
Figure 3: Température à Béni Abess.....	6
Figure 4: Faisceau de la Saoura et de la Daoura.....	7
Figure 5 : Coupe schématique du Cambrien et de l'Ordovicien au Khneg Et Tlaia. (d'après Fabre, 1976, 2005).....	12
Figure 6 : log récapitulatif des formations du Paléozoïque jusqu'au Dévonien.....	16
Figure 07 : La minéralisation dans la région de l'OUGARTA.....	19
Figure 8 : Vue des Gisements de Manganèse de Guettara.....	20
Figure 09 : Travaux de prospection dans la région.....	21
Figure 10 : Carte schématique des accidents des monts d'Ougarta.....	24
Figure 11: Coupe dans les Monts de L'Ougarta Faisceau de la Saoura.....	25
Figure 12 : Coupe dans l'anticlinal de L'Erg Atinim Kahal Tabelballa.....	26
Figure 13: schéma de position des flexures.....	27
Figure14 : Coulées rhyolitiques ignimbritiques 'Djbe lBoukbaïssa '.....	29
Figure15 : Dépôts du Dévonien.....	35
Figure 16 : Position des Flexures dans la région de L'Ougarta.....	41
Figure 17 : Coupe Géologique de la feuille de l'Ougarta montrant les Flexures de l'Ougarta.....	41
Figure 18: Flexure du Kser de l'Ougarta.....	42
Figure 19 : Données alphanumériques et données spatiales.....	46
Figure 20: Les composants d'un SIG.....	47
Figure 21 : Taille/Dimension de la représentation de la donnée.....	48
Figure 22 : Différence entre une image satellitaire, scannée et une photo aérienne.....	49
Figure 23 : représentation des données vectorielles dans le SIG.....	50
Figure 24: Les modes de représentation de l'information géographique dans le SIG...	51
Figure 25 : présentation de la fenêtre ArcMap.....	54
Figure 26 : Fenêtre ArcToolBox.....	55

Figure 27: Fenêtre Arc Catalogue.....	56
Figure 28 : Fenêtre Arc Catalogue à travers Arc Map.....	57
Figure 29 : Les parallèles et les méridiens constituant un graticule.....	60
Figure 30: Connexion à un dossier via ArcCatalog	61
Figure 31 : Connexion à un dossier via ArcCatalog (2).....	62
Figure 32 : Attribution d'un système de coordonnées projetés via ArcCatalog.....	63
Figure 33 : Attribution d'un système de coordonnées via ArcMap.....	64
Figure 34: Calage de la carte géologique.....	65
Figure 35 : De la carte l'image vers vecteur.....	65
Figure 36 : Créer un fichier de formes.....	66
Figure 37 : Choix du type d'entité et du système de coordonnées.....	67
Figure 38 : Activer l'outil Editeur.....	68
Figure 39 : Ouvrir une nouvelle session de mise à jour.....	68
Figure 40 : Vectorisation de l'entité polygonale "Quaternaire".....	69
Figure 41: Exemple de vectorisation linéaire (Failles).....	70
Figure 42: Vectorisation linéaire complété de la feuille de l'Ougarta.....	71
Figure 43 : Vectorisation des formations ponctuelles (puits) de la feuille de Benniabbes.....	71
Figure 44 : Vectorisation des indices.....	73

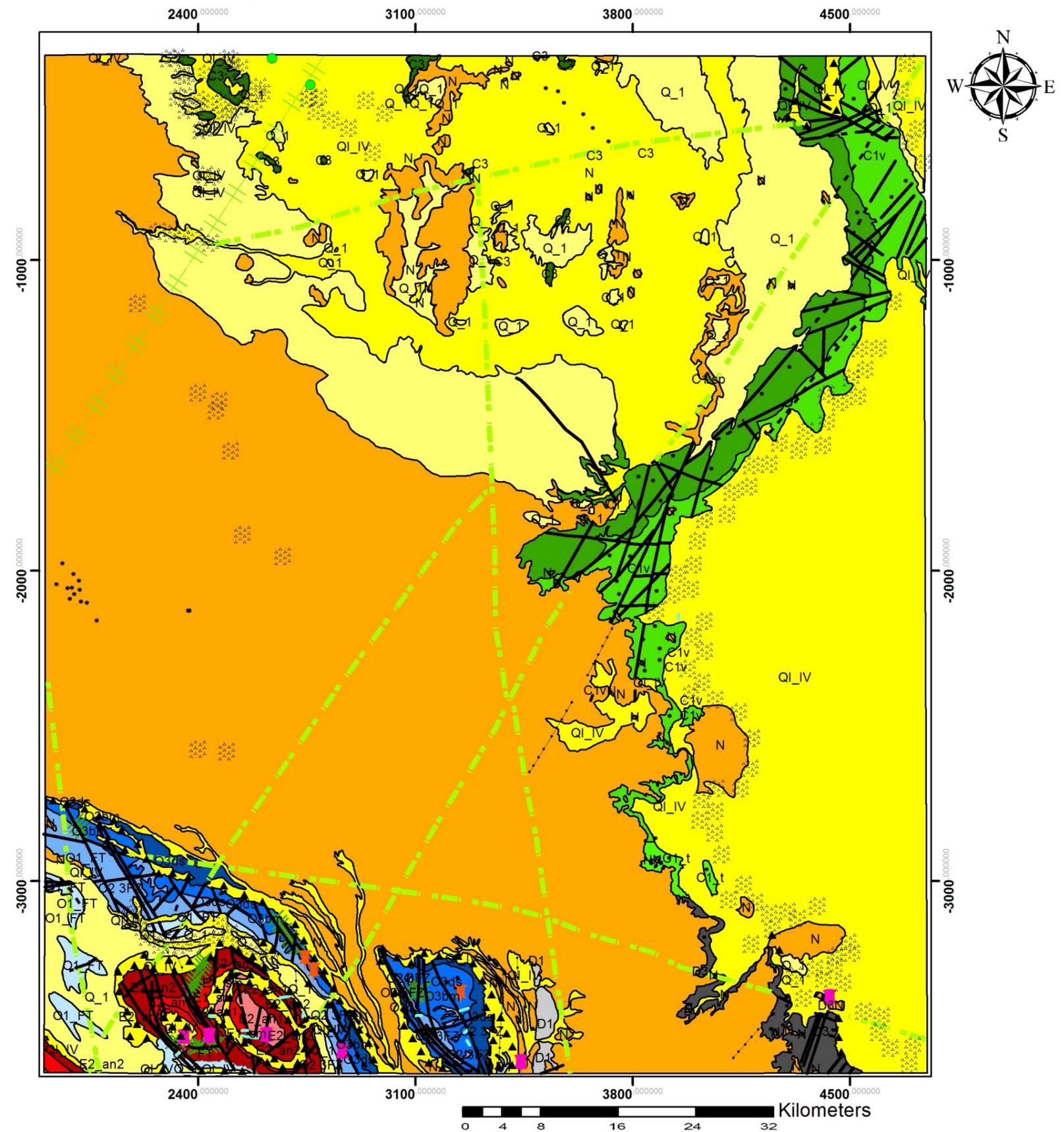
Liste Des Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographiques de notre région d'étude.....	5
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des principales subdivisions lithostratigraphiques des formations ordoviciennes (FABRE, 2005).....	13
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des subdivisions essentielles dans le Dévonien de le Saoura.....	15
Tableau 4 : comparaison du Mode Vecteur et Raster.....	52
Tableau 5 : Position géographique des indices de la région.....	72

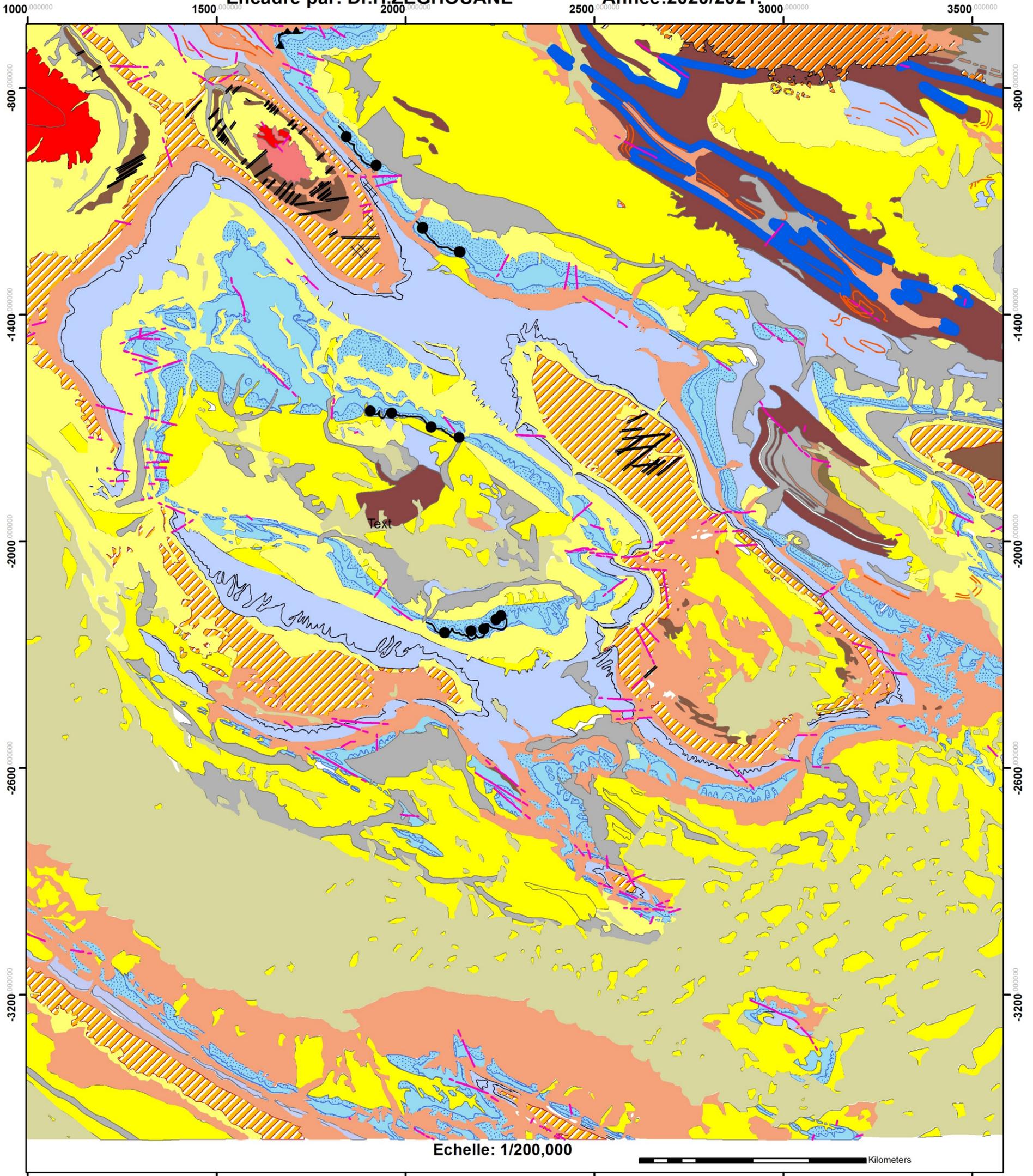
Département des Sciences Géologiques.
 Cartographie SIG au 1/200 000 de la feuille de Bénni Abess.
 Réalisée par : K.ATTOUCHE et M.AMROUCHE.
 Encadrée par :Dr H.ZEGHOUANE Année:2020_2021

Légende

- Quaternaire2_4
- Quaternaire 1
- Neogén
- Carbonifère supérieur
- Carbonifère Serpukhovien inférieur
- Carbonifère Visséen
- Carbonifère Tournaisien
- Devonien supérieur
- Devonien Moyen
- Devonien inférieur
- Silurien
- Ordovicien Sup Djbel Serraf
- Ordovicien Sup Bou Mhaoud
- Ordovicien Moy Sup Foug Ez Zaydiya
- Ordovicien Inf Foug Tineslem
- Cambrien Moy e2an2
- Cambrien Moy e2an1
- Cambrien INF e1sm
- PROTEROZOIQUE SUP
- Eoliens
- Delivio-proluviaux
- Quartzification
- Ferruginisation
- Filon de Quartz
- zone de brechification
- faille
- faille supposé
- faille masqué
- Stratifications horizontales des couches
- Sondage numérateur index des formations géologiques.
- emplacement des prélèvements des fossiles des invertébrés et des empreintes de flore
- Accidents cassants
- dyke de composition basique

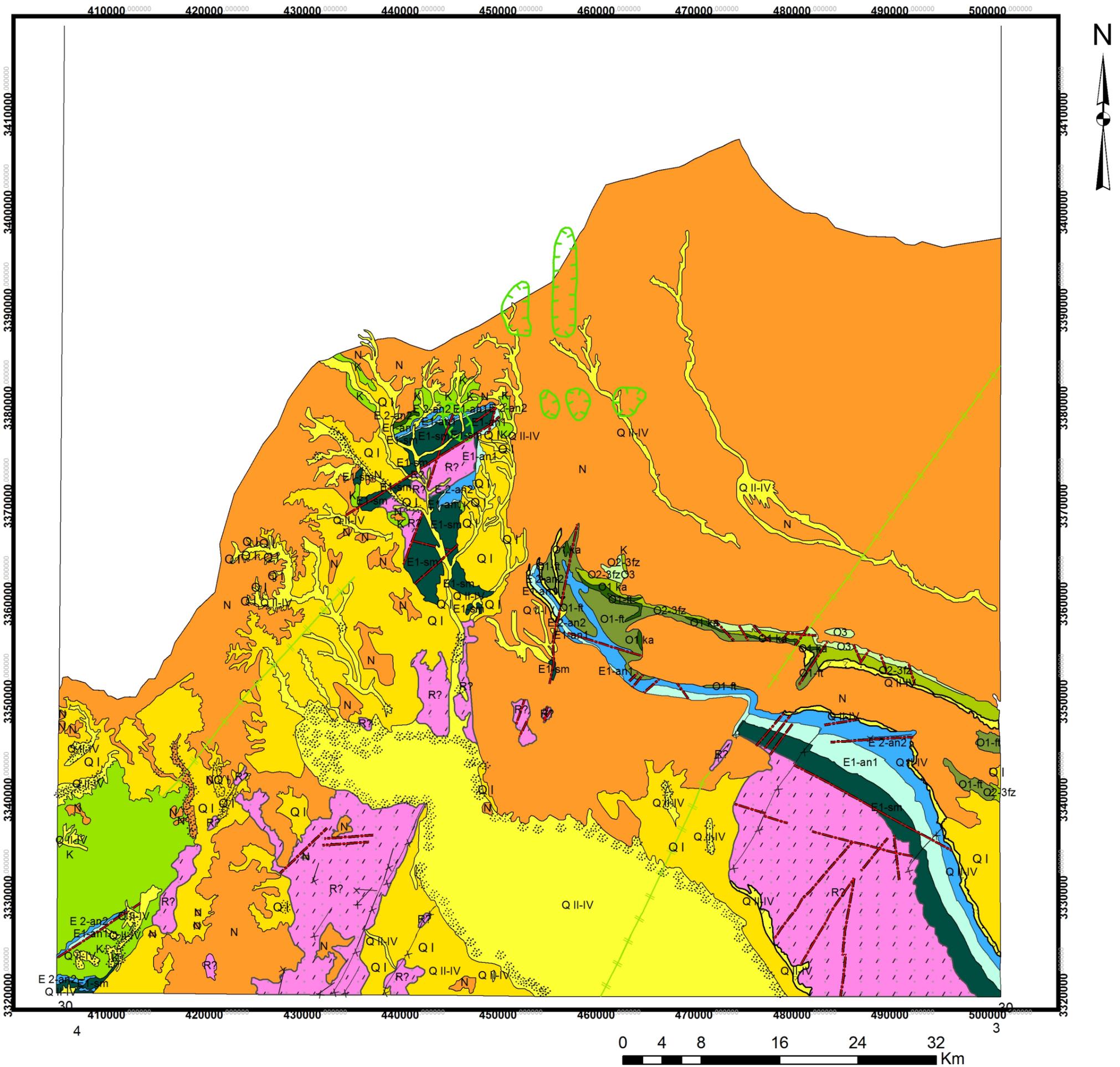


Carte SIG réalisée à partir de la carte de Benni Abess UTM-NH-31-XVI (V.ROMANOV1985).

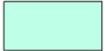
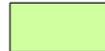


Legende

 Quaternaire de Dunes	 Devonien	 Ordovicien Sup	 fillon de quartz
 Quaternaire récent	 Dévonien sup	 Ordovicien moy	 Muraille de Chine
 Quaternaire moy à récent	 Dévonien moy	 Ordovicien inf	 faille
 Quaternaire moy	 Dévonien inf	 Ordovicien de Tineslem	 Chevechemett
 QUATERNAIRE ANCIEN	 Silurienet Gedinien inférieur	 Camberien	 Discordance
 Néogène	 Ordovicien de Djbel Serraf	 Camberien de Sabkha	 Banc repères
 Haute surface des Monts d'Ougarta	 Ordovicien de Bou M'haoud	 Precomberien	
	 Ordovicien de Fom Zeidiya	 Precomberien de vitroqlastiques	
		 Precomberien de Filammées	



Légende

- | | | | | | |
|--|---------------------|---|---|---|------------------------------|
|  | Quaternaire II-IV |  | Ordoviciene O1 ft |  | éoliens |
|  | Quaternaire 1 |  | Camberiene E2 an2 |  | Faille |
|  | Neogene |  | Camberiene E2 an1 |  | zones de bréchification QF |
|  | Cretace |  | Camberiene E1 sm |  | accidents cassants |
|  | Ordoviciene 3 |  | Protorozoique sup |  | Dykes de composition basique |
|  | Ordoviciene O2-3 fz |  | zone n |  | Sills de composition basique |
|  | Ordoviciene O1 ka |  | déluvlia-proluviaux | | |
| | |  | formation volcanogènes de composition acide | | |