



Année Universitaire : 2020-2021



Licence Sciences et Techniques : Géo-Ressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

ETUDE DE LA MINERALISATION CUPRIFERE DE L'ANTI ATLAS ET ETUDE DE CAS "REGION DE TALIOUINE"

Présenté par:

Biram DIOUF

Encadré par:

Pr. CHARROUD Mohamed, FST-Fès

Mr Mohamed Amine Elmoussalim, ATLAS MINING – Fès

Mr Choukrad Jaouad

Soutenu Le 09 juillet 2021, devant le jury composé de :

Pr. CHARROUD M

Pr. HINAJE S.

Pr. BOUKHIR M.

Pr. ZAHOUR R.

Stage effectué à : ATLAS MINING





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

Biram DIOUF

Année Universitaire : 2020/2021

Titre : Contexte géologique, structurale et minéralogique de la région de Taliouine,

Résumé

Une multitude d'indices de minerai de cuivre ont été relevés, durant ces deux derniers siècles dans le Maroc, Dans la région objet de ce travail, on trouve plusieurs minéralisations de Cuivre, zinc, Cobalt, Fer, Argent, Manganèse, Béryllium... L'une des mines les plus importantes est la mine argentifère de Zgounder qui est classée 2eme au Maroc après la mine d'Imiter.

Les différentes minéralisations se présentent sous forme d'un remplissage de failles de direction NE-SW et E-W et sont essentiellement composées de barytine, de quartz et de sulfures de cuivre. L'altération supergène a permis le développement de toute une série de minéraux d'oxydation du cuivre.

Mots clés : Taliouine, indice minier, minéralogie, hydrothermalisme, cuivre

REMERCIEMENTS

Avant tout je tiens à remercier ALLAH le tout puissant qui grâce à sa miséricorde nous a permis de réaliser ce travail.

Je tiens à remercier mon professeur encadrant Monsieur CHARROUD qui nous a permis d'effectuer ce stage, pour sa disponibilité et ses précieux conseils qui nous a été utile tous le long de la période du projet.

Je tiens également à remercier mon tuteur à la société Monsieur CHOUKRAD Jaouad pour son accompagnement, sa disponibilité, pour le temps qu'il m'a consacré et pour les précieuses informations qu'il m'a prodigué avec intérêt et compréhension.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers toute l'équipe d'ATLAS MINING pour leur accueil et bienveillance envers ma personne et leur hospitalité qui m'ont rappelé la « TERANGA SENEGALAISE », mention spéciale à Mr El Moussalim Amine pour sa disponibilité et qui n'a ménagé aucun effort pour la rédaction de ce projet et à Mr Saoud pour ses conseils et encouragements.

Je ne pourrais terminer sans exprimer mon ample reconnaissance et considération envers tous nos professeurs-formateurs de la FST de Fès et en particulier, ceux du département des sciences de la terre.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail

**A mes très chers parents qui m'ont toujours soutenue durant ces années d'études
Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance**

**A mes frères et sœur et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion
lors de la rédaction de ce travail.**

**A ceux qui m'ont chaleureusement supporté et encouragé sur tout au long de mon
parcours.**

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

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

A tous ce que j'aime

LISTE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : LA GÉOLOGIE DU MAROC	2
I. STRUCTURE GÉOLOGIQUE DU MAROC	2
1. <i>Le domaine Saharien</i>	2
2. <i>L'Anti Atlas</i>	3
3. <i>Le domaine Atlasique</i>	3
4. <i>La Meseta</i>	4
5. <i>Le Rif</i>	4
II. STRUCTURE GÉOLOGIQUE DE L'ANTI ATLAS	6
1. <i>Le Craton Ouest Africain</i>	6
2. <i>Les zones mobiles du Craton Ouest africain ;</i>	6
3. <i>La boutonnière de Siroua</i>	7
4. <i>Minéralisations associées</i>	7
CHAPITRE II : PRINCIPAUX MINE DE L'ANTI ATLAS DU MAROC.	9
I. HISTORIQUE MINIER DE L'ANTI ATLAS ET PRINCIPAUX GISEMENTS DE CUIVRE	9
1. <i>Mine de Cuivre Bleida</i>	9
2. <i>Mine de Bou Skour</i>	14
3. <i>Le cuivre du Jbel N'Zourk</i>	20
4. <i>État général de quelques mines de l'Anti Atlas</i>	25
II. LA MINÉRALISATION DANS LA REGION DE TALIOUINE :	26
1. <i>Situation géographique de la zone d'étude</i>	26
2. <i>Situation géologique</i>	27
III. LA MINÉRALISATION CUPRIFÈRE	28
1. <i>Les indices de cuivre</i>	28
2. <i>Minéralogie</i>	30
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE.....	34

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LES PRINCIPAUX MINES CUPRIFERES DANS L'ANTI ATLAS.....	25
TABLEAU 2 : CARACTERISATION DES INDICES MINIERES DE CU DANS LA REGION DE TALIWINE.....	28
TABLEAU 3 : CARACTERISTIQUES DES INDICES MINERALES DE LA ZONE D'ETUDES.....	29

LISTE DE FIGURES

FIGURE 1 : CARTE DES DIFFERENTS DOMAINES STRUCTURAUX DU MAROC. SAADI & AL. (1985)	2
FIGURE 2 : CARTE GEOLOGIQUE DE L'ANTI ATLAS.	3
FIGURE 3 : CARTE STRUCTURALE DU DOMAINE RIFAIN MODIFIEE D'APRES SUTER (1980) ET JOLIVET ET AL. (2003).....	5
FIGURE 4 : CARTE GEOLOGIQUE SYNTHETIQUE DE CRATON OUEST AFRICAIN. (IN PEUCAT ET AL., 2005)	6
FIGURE 5 : CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIE DE LA BOUTONNIERE DE SIROUA (MODIFIEE, D'APRES LA CARTE GEOLOGIQUE DU MAROC 1/1000000, 1985).	7
FIGURE 6 : CARTE DE DISTRIBUTION DE DIFFERENTES MINERALISATIONS DE L'ANTI ATLAS. GASQUET ET AL. (2005).	8
FIGURE 7 : IMAGE SATELLITAIRE MONTRANT LA SITUATION DE LA MINE DE BLEÏDA.	9
FIGURE 8 : IMAGE DE LA MINE DE BLEÏDA.	10
FIGURE 9 : CADRE GEOLOGIQUE DE LA MINE DE CUIVRE DE BLEÏDA SUR LE SCHEMA STRUCTURAL DE LA BOUTONNIERE PRECAMBRIENNE DE BOU AZZER-EL GRAARA.....	11
FIGURE 10 : LE GISEMENT DE BLEÏDA.	12
FIGURE 11 : LA MINERALISATION DE PYRITE, CHALCOPYRITE ET MALACHITE.....	13
FIGURE 12 : LA MINE DE BOU SKOUR.....	15
FIGURE 13 : CARTE GEOLOGIQUE DU DISTRICT DE BOU SKOUR.....	16
FIGURE 14 : LOCALISATION DES PRINCIPAUX FILONS DANS LA REGION DE BOU SKOUR.	17
FIGURE 15 : L'ARGENT ASSOCIE AVEC LE CUIVRE.	19
FIGURE 16 : LOCALISATION DU GISEMENT DE JBEL N'ZOURK SUR UN EXTRAIT DE LA CARTE ROUTIERE MICHELIN AU MILLIONIEME.....	21
FIGURE 17 : CADRE GEOLOGIQUE DU GISEMENT, D'APRES LA CARTE GEOLOGIQUE AU 1/200 000 DE L'ANTI-ATLAS CENTRAL (CHUBERT, 1970).....	22
FIGURE 18 : A) ESQUISSE GEOLOGIQUE DU SECTEUR DE JBEL N'ZOURK SUR UNE IMAGE GOOGLE EARTH ; B) CARTE DE DETAIL DU SECTEUR. .	23
FIGURE 19 : A) BRECHES DOLOMITIQUES MINERALISEES. B) MINERALISATION LIEE AUX MICROCONGLOMERATS. C) MINERALISATION LIEE AUX CALCAIRES GRESEUX. D) MINERALISATION STRATIFORME DANS LOS PELITES GRESEUSES.	24
FIGURE 20 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE. (ELMOUSSALIM ARCGIS 2021)	26
FIGURE 21 : CARTE GEOLOGIQUE DE ZONE D'ETUDE (TALIOUINE 2021 ARCGIS).....	27
FIGURE 22 : LOCALISATIONS DES DIFFERENTS INDICES MINIERES.	29
FIGURE 23 : NATURE DES ROCHES ENCAISSANTE DE LA MINERALISATION DE CUIVRE.	30
FIGURE 24 : LA MALACHITE ET L'AZURITE ASSOCIEE AVEC LES SULFURES.....	30
FIGURE 25 : VEINE DE QUARTZ A CUIVRE DISSEMINEE.	31
FIGURE 26 : LES TYPES DE MINERALISATIONS CUPRIFERES DANS LA ZONE D'ETUDE.	32

INTRODUCTION

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'étude indispensable pour compléter les compétences académiques acquises au cours de notre formation à la faculté des sciences et techniques.

La région de Souss-Massa est une région à vocation minière et aux ressources importantes et diversifiées grâce à son sol et à ses reliefs du Haut et Anti-Atlas qui recèlent un important potentiel minier notamment dans la province de Taroudant.

C'est dans cette lancée et avec la vocation du Roi Mohamed VI d'ériger la région de Sous Massa en pôle économique reliant le nord et le sud du Maroc, que notre étude se porte sur la région de Taliouine qui nous accord divers formations géologiques (du précambrien au quaternaire) qui sont structurées par plusieurs failles selon une direction E-W et NE-SW. Ces failles peuvent probablement être liées à une minéralisation d'où leur importance.

Dans cette région on trouve plusieurs minéralisations de Cuivre, zinc, Cobalt, Fer, Argent, Manganèse, Béryllium... L'une des mines les plus importantes est la mine argentifère de Zgounder qui est classée 2eme au Maroc après la mine d'Imiter.

Notre objectif principal sera l'étude des indices miniers dans la région de Taliouine et de déterminer leurs origines, voir si la minéralisation est liée à un hydrothermalisme, volcanisme, magmatisme ou sédimentation etc.

Ce rapport s'organise en 2 chapitres qui traitent ce sujet.

- Le chapitre I se présente sous la forme d'une synthèse bibliographique concernant la géologie du Maroc en générale et de l'Anti Atlas en particuliers.
- Le chapitre II a pour objectif de présenter un résumé bibliographique sur l'historique minier de l'Anti Atlas et les principaux gisements de cuivre, ainsi que l'étude de la minéralisation cuprifère dans la région de Taliouine.

CHAPITRE I : LA GÉOLOGIE DU MAROC

I. STRUCTURE GÉOLOGIQUE DU MAROC

L'histoire géologique du Maroc est caractérisée par l'alternance de périodes d'accalmie et de périodes de déformation tectonique ou cycles orogéniques (précambrien, calédonien, hercynien et alpin), dont l'interférence a contribué à sa structuration et ainsi à sa subdivision en plusieurs domaines structuraux (fig.1) caractérisés par des styles tectoniques et lithologiques différents. Le Maroc pays des contrastes présente des différences de relief avec des conditions climatiques différentes. Ainsi du Sud au Nord on distingue :

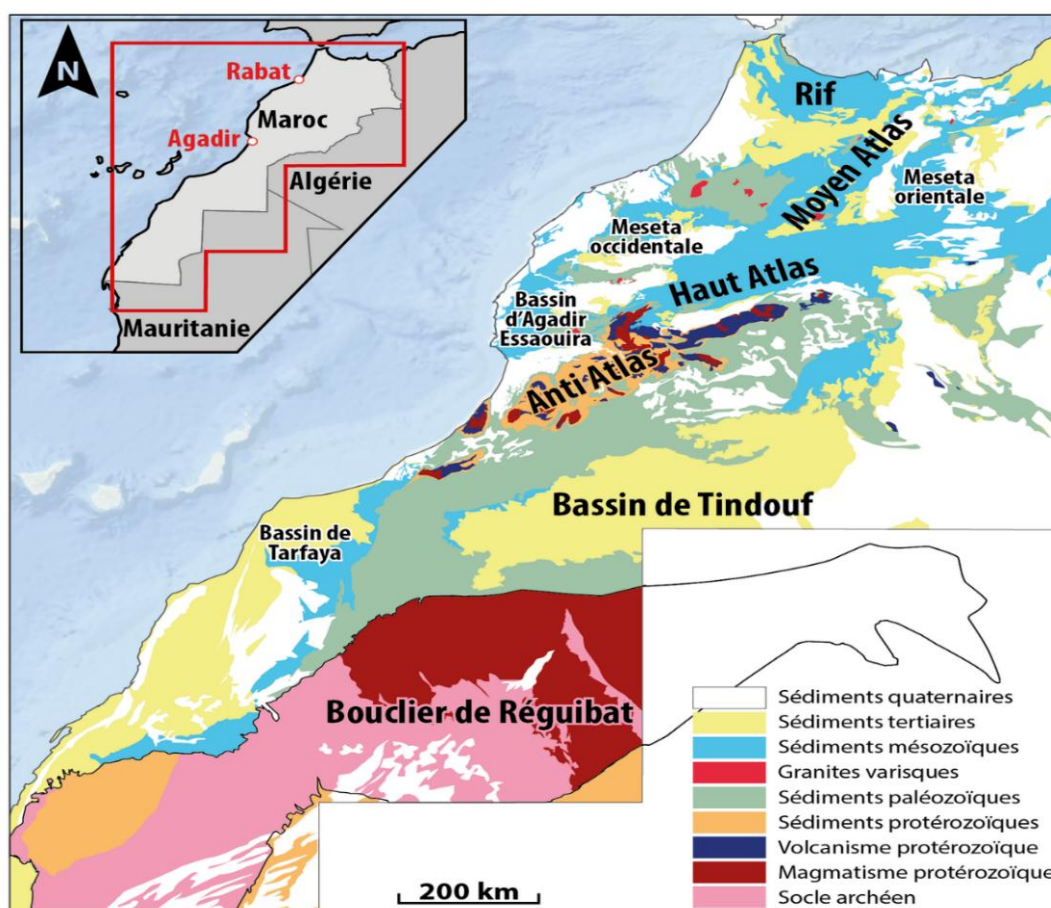


Figure 1 : Carte des différents domaines structuraux du Maroc. Saadi & al. (1985)

1. Le domaine Saharien

Le domaine anti saharien est caractérisé par :

- un socle précambrien (Archéen et Protérozoïque) déformé par les orogénèses éburnéenne et panafricaine ;
- une couverture paléozoïque peu déformée pendant l'orogénèse hercynienne ;

- une couverture méso-cénozoïque, peu épaisse, est tabulaire ;

Dans le domaine saharien, le Précambrien affleure dans 2 régions Au sud dans la dorsale de R'Guibat, et à l'ouest dans la région des Ouled Delim et du Zemmour.

2. L'Anti Atlas

La chaîne de l'Anti Atlas de direction ENE-WSW, se prolonge depuis l'embouchure du Bas Draa à l'Ouest jusqu'au Tafilalt à l'Est. Structurellement, elle correspond à un vaste anticlinal dont la zone axiale est érodée laissant affleurer des terrains précambriens notamment dans les boutonnières du Bas Draa, Ifni, Zenaga, Bou Azzer, Saghro et Ougnat (fig.2).

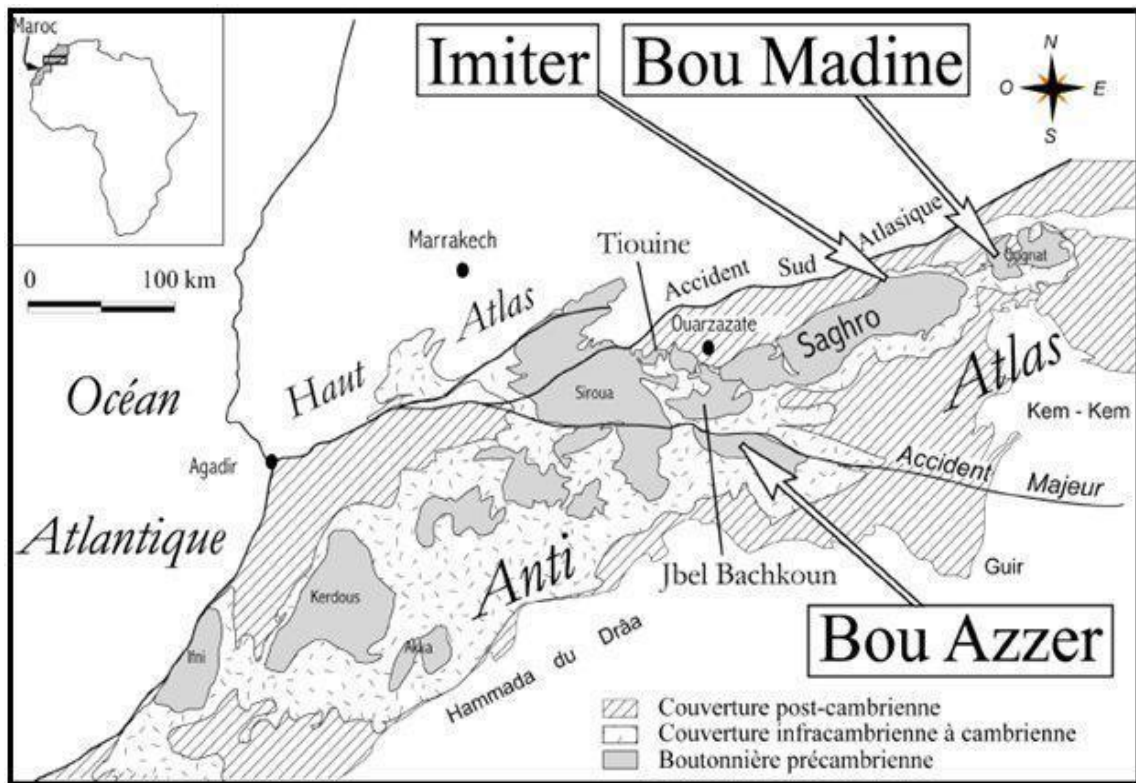


Figure 2 : Carte géologique de L'Anti Atlas.

3. Le domaine Atlasique

Le Haut-Atlas est l'élément morphologique le plus complexe et le plus important de tout le Maroc. Il s'agit d'une chaîne allongée suivant une direction WSW-ENE, et dont la surrection est le résultat des mouvements de l'orogénèse atlasique (équivalent à l'orogénèse alpine en Europe). Il comprend de l'Ouest vers l'Est, le Haut-Atlas occidental constitué d'un socle précambrien et d'une couverture paléozoïque et mésozoïque plissée, le Haut-Atlas central et le Haut-Atlas oriental qui sont formés presque uniquement de terrains mésozoïques plissés.

Le Moyen-Atlas regroupe deux unités structurales différentes ; le Moyen-Atlas tabulaire au Nord-Ouest, et le Moyen-Atlas plissé au Sud-Est.

4. La Meseta

Comme son nom l'indique la Meseta marocaine est constituée de vastes domaines tabulaires restés stables au cours de la déformation atlasique. Elle envoie d'importants massifs paléozoïques à l'ouest (Meseta occidentale) comme le massif hercynien central, les Rehamna et les Jbilètes et des boutonnières moins importantes à l'Est (Meseta orientale), telles les Mekame et Debdou.

La couverture est constituée par des séries méso-cénozoïques non déformés qui restent moins importants que celles de la marge mesetienne et des bassins côtiers qui lui sont associés.

5. Le Rif

La chaîne Rifaine se présente à l'extrême nord du Maroc sous forme d'un arc bordant la côte sud occidentale de la méditerranée. Il est subdivisé du nord vers le Sud en trois grandes parties structurales.

Les zones internes, font partie de la plaque d'Alboran formée au Mésozoïque entre l'Afrique et l'Europe.

Le domaine des nappes des flyschs il est constitué d'unités formées de séries sédimentaires détritiques déposées dans un bassin profond, à la marge de la plaque d'Alboran.

Le domaine externe correspond à un sillon comblé par d'épaisses séries méso-cénozoïques essentiellement marneuses.

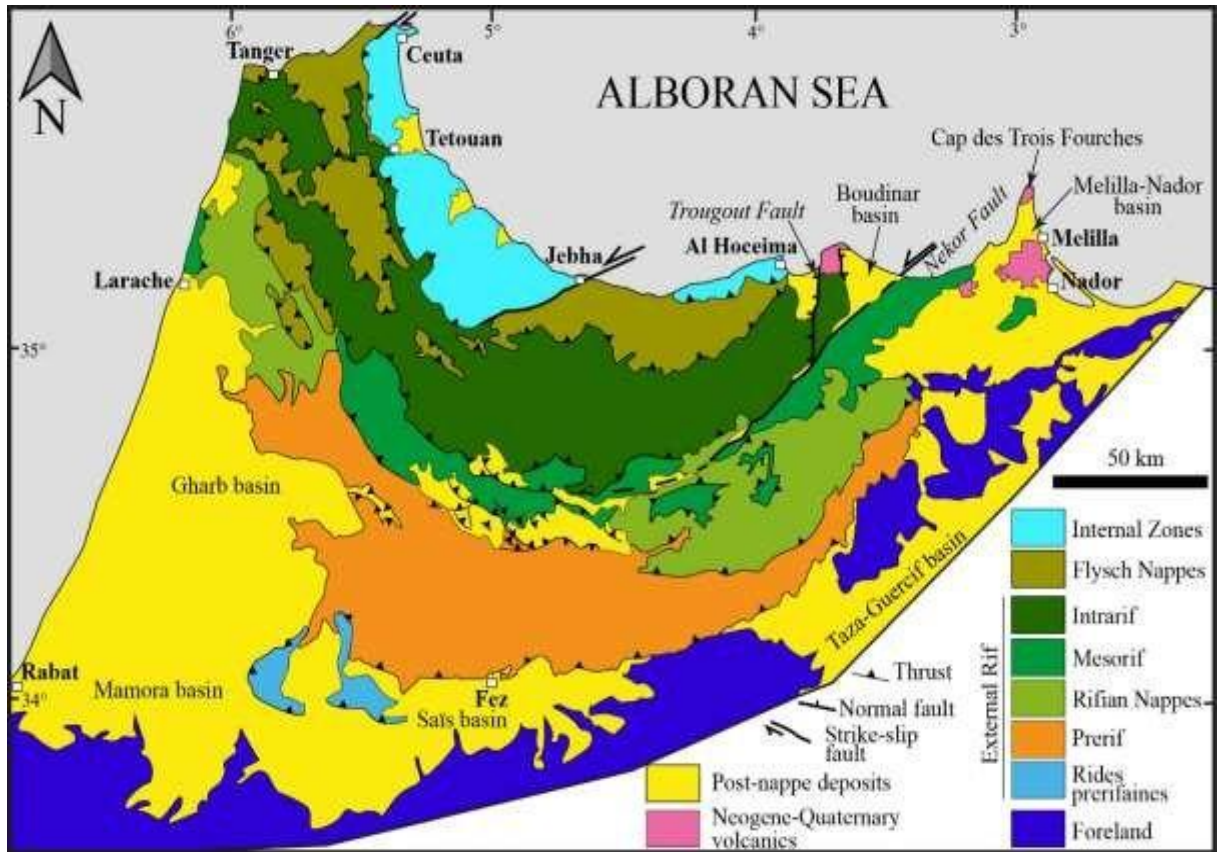


Figure 3 : Carte structurale du domaine rifain Modifiée d'après Suter (1980) et Jolivet et al. (2003).

II. STRUCTURE GÉOLOGIQUE DE L'ANTI ATLAS

1. Le Craton Ouest Africain

L'Anti Atlas se situe sur la bordure Nord du Craton Ouest africain (WAC). Ce dernier s'est formé par la fusion de trois cratons archéens : Leo-Man-Ghana ou Craton de Man, Taoudeni et Reguibat. Il s'étend depuis l'Anti-Atlas, au Maroc, jusqu'au golfe de Guinée et il est bordé par des ceintures mobiles plus récentes au nord, à l'est et à l'ouest.

Les roches les plus anciennes sont des roches métamorphisées entre 2,9 et 2,5 Ga. Dans le Sahara elles sont presque entièrement recouvertes par des sédiments du Phanérozoïque. Plus au sud, des roches récentes, volcaniques et sédimentaires, affleurent au Ghana, en Côte d'Ivoire et en Sierra Leone, entourées par des couches sédimentaires encore plus récentes, déposées au Précambrien.

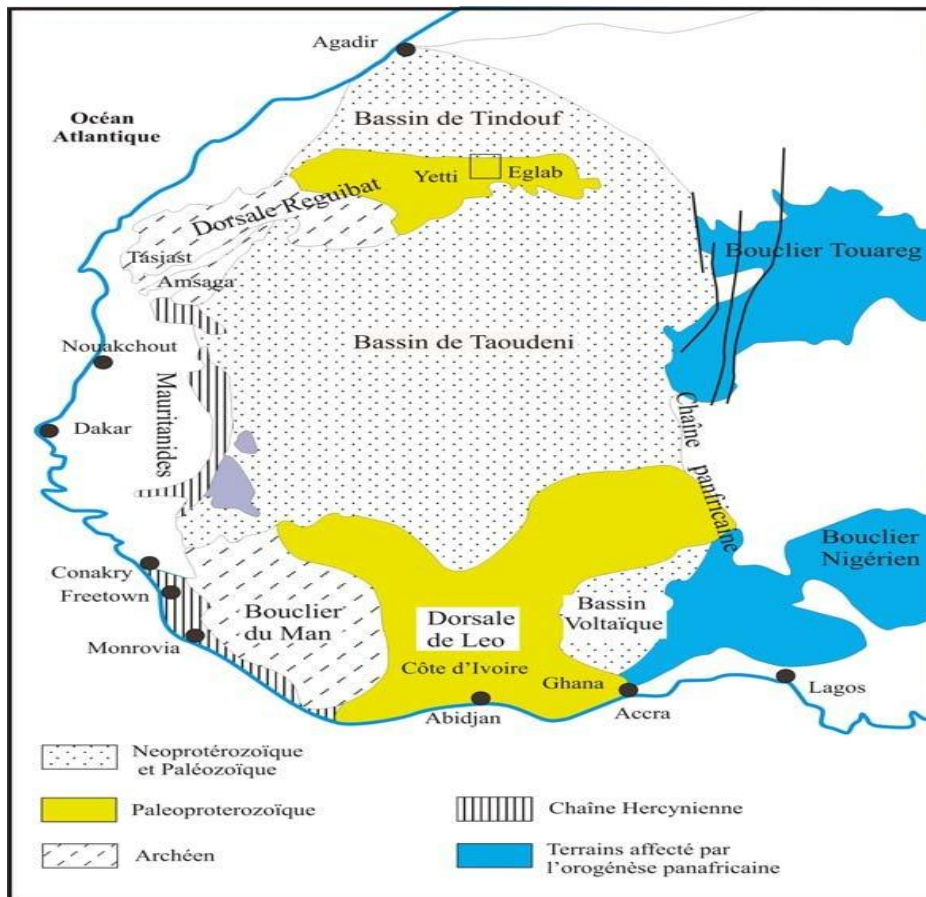


Figure 4 : Carte géologique synthétique de Craton Ouest Africain. (in Peucat et al., 2005)

2. Les zones mobiles du Craton Ouest africain ;

C'est un ensemble de chaînes orogéniques panafricaine et hercynienne ceinturant le WAC vers lequel elles sont déversées. Les chaînes liées à l'orogénèse panafricaine sont: l'Anti-Atlas au Nord, les chaînes pharusienne de l'Adrar des Iforas du Gourma et des Dahoméides à l'Est et les chaînes des Bassarides et des Rokélides au Sud-Ouest La chaîne liée à l'orogénèse hercynienne est celle des

Mauritanides qui forme sur la bordure occidentale du craton une bande sigmoïde, grossièrement allongée N-S depuis le Sud du Maroc jusqu'en Guinée Bissao, sur une largeur d'environ 1500 km.

3. La boutonnière de Siroua

Elle se situe dans la zone centrale de l'Anti-Atlas (fig.5), elle sépare ce dernier avec le Haut Atlas et appartient au domaine néoprotérozoïque panafricain. Elle est formée d'un socle panafricain et d'une couverture volcanique du Néoprotérozoïque supérieur à terminal, ainsi que d'une couverture beaucoup plus récente, crétacée et néogène. Ce massif est coupé au sud par l'accident majeur de l'Anti-Atlas (AMAA) (Choubert, 1947).

Le substratum précambrien affleure dans deux massifs distincts, celui de N'kob au SE et celui de Khzama au NE.

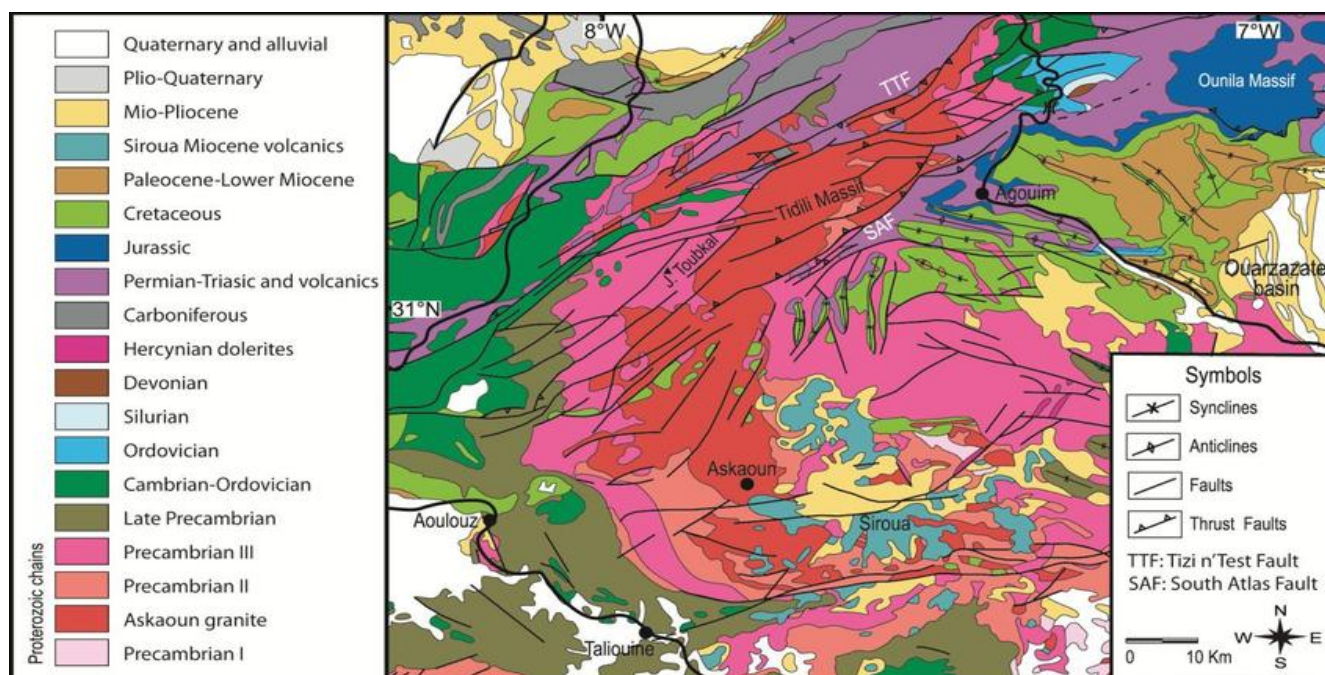


Figure 5 : Carte géologique simplifiée de la boutonnière de Siroua (modifiée, d'après la carte géologique du Maroc 1/1000000, 1985).

4. Minéralisations associées

La région de l'Anti Atlas constitue une vaste province métallogénique renfermant plusieurs gisements à métaux de bases et métaux précieux (fig.6) notamment dans le massif de Siroua dans lequel on trouve divers gisements. Les plus importants sont le gisement épithermal argentifère de Zgounder et celui aurifère d'Ifarn (région de N'kob). On trouve aussi le gisement de talc de Nqob,

des concentrations de sulfure et de cuivre, des traces d'exploitations d'amiante et de magnétite dans le massif ophiolitique de Khzama.

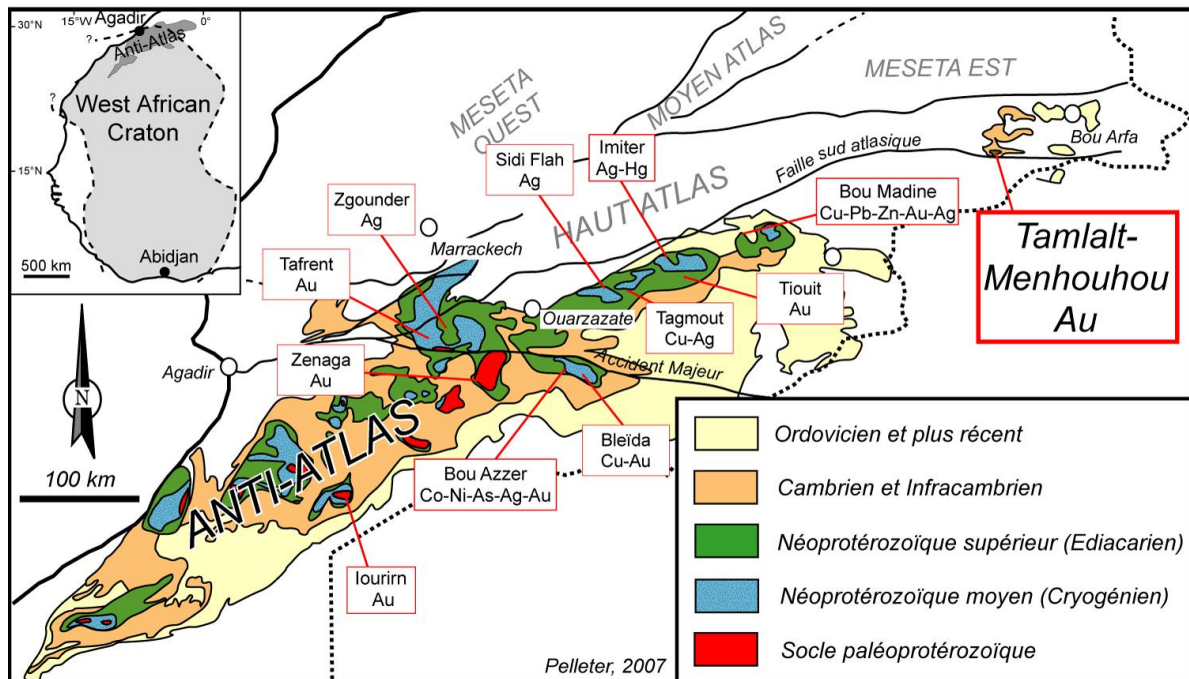


Figure 6 : Carte de distribution de différentes minéralisations de l'Anti Atlas. Gasquet et al. (2005).

CHAPITRE II : PRINCIPALES MINES DE L'ANTI ATLAS DU MAROC.

I. HISTORIQUE MINIER DE L'ANTI ATLAS ET PRINCIPAUX GISEMENTS DE CUIVRE

1. Mine de Cuivre Bleida

- **Localisation**

La mine de cuivre de Bleida est située au SE de la boutonnière de Bou Azzer-El Graara (fig. 2.6.1). GPS : N 30°21'39,57", W 6°27'39,37", alt. 1330 m. On y accède par la route, mal entretenue, de 47 km qui bifurque vers le SE à partir de la route Tazenakht-Agdz (coordonnées du carrefour : N 30°31'53.46", W6°49'35.88").



Figure 7 : Image satellitaire montrant la situation de la mine de Bleida.

- **État et Historique**

Ce site a été actif depuis le Moyen Âge comme en témoignent les nombreuses tranchées, scories, traces de fours anciens ainsi que les ruines du village minier de Guelb Tassawt, à l'est de Bleida.

L'exploration moderne des indices et gisements de cuivre débuta en 1962 et aboutit à la découverte des premiers amas par prospection géophysique (secteur Bleïda sud) en 1967 par la Compagnie Minière d'Aït Ahmane (CMA) et le Groupe canadien LINSLEY. En arrêt de 1968 à 1970, les travaux de recherches et de reconnaissance ont repris en 1971, menés par le groupement BRPM - ONA. (SOMIFER) et la compagnie japonaise MITSUI.



Figure 8 : image de la mine de Bleïda.

Un premier puits a permis de traverser l'amas 5 dans la zone sud, puis un second puits dans la zone nord a traversé des niveaux minéralisés à 50 et 100 m. Après un nouvel arrêt en 1973, la Société Minière de Bou-Gaffer (SOMIFER) a relancé l'étude du gisement de Bleïda en privilégiant les travaux de surface (cartographie, sondages carottés et percutants), et à partir de 1976, les deux puits se sont trouvés reliés à leur niveau de base par un travers-banc de 800 m de long.

L'exploitation minière continua de 1980 à 1997, date à laquelle la mine de Bleïda a cessé ses activités suite à l'épuisement des stocks de cuivre rentables. Le site est toutefois maintenu et servait encore, en 2008, comme plateforme de traitement des oxydes de cuivre.

- **Cadre géologique.**

La série de plateforme, qui encaisse les minéralisations est en contact tectonique avec la série ophiolitique de Bou Azer au Nord et est limitée par les formations du Néoprotérozoïque supérieur (PII sup) du bassin de Trifya au Sud. Les minéralisations cuprifères de Bleïda sont encaissées dans les dépôts de plateforme du Néoprotérozoïque inférieur du Groupe de Tachdamt- Bleïda, qui fait partie du Groupe de Taghdout-Lkest défini sur la marge nord du craton ouest-africain.

Dans la boutonnière de Bou Azer-El Graara (fig. 9), cette série de plateforme affleure dans les localités de Tachdamt à l'ouest et à son extrême SE à Bleïda, où elle forme une bande allongée WNW-ESE sur environ 11 km avec une largeur moyenne de 2 km. A la mine de Bleïda (fig. 9), à la base de la série du Groupe de Tachdamt. Affleure une alternance de siltites et de carbonates surmontés par la barre de grès-quartzites qui forme la ligne de crête du Jbel Al Orf, à l'est de la mine.

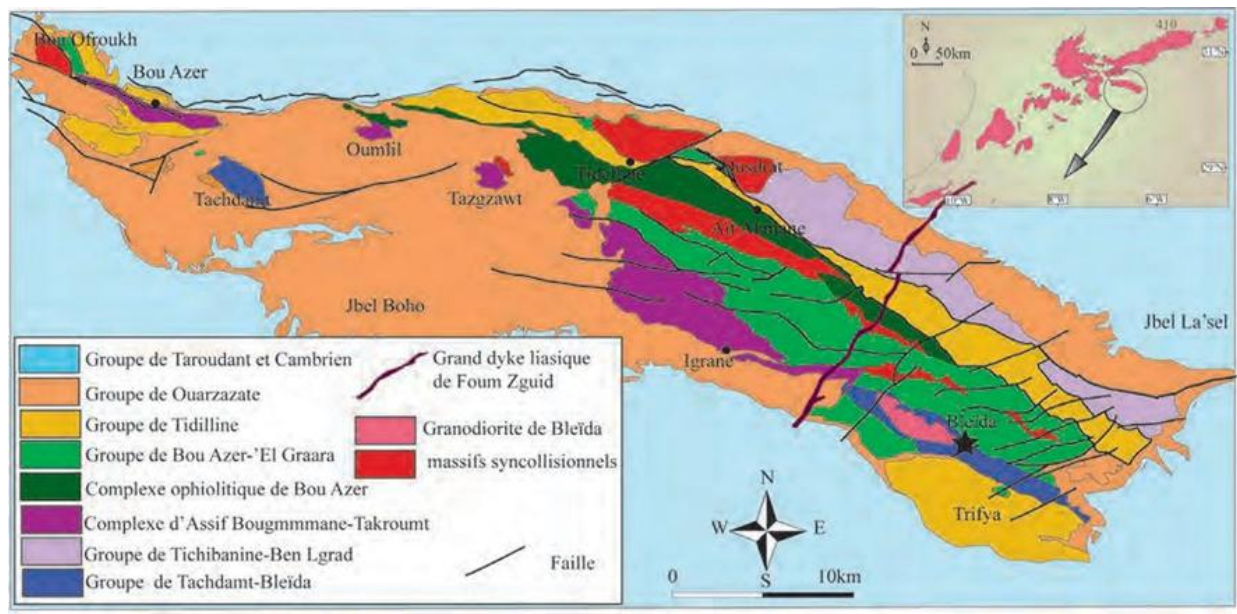


Figure 9 : Cadre géologique de la mine de cuivre de Bleïda sur le schéma structural de la boutonnière précambrienne de Bou Azer-El Graara.

- **Description du Gisement,**

Dans le gisement de Bleïda, on distingue deux zones, avec deux types différents de minéralisation :

La zone sud regroupe, selon la nomenclature locale, le gisement de la Palmeraie, les anomalies : A2, A3, A4, A5 et A7, le corps D et les amas 1, 2, 3 et 4. La minéralisation y est estimée à 700 000 t de tout venant avec une teneur moyenne en Cu de 3 %. Elle est située à la base de la série pélique du Groupe de Tachdamt-Bleïda, à une dizaine de mètres au-dessus des basaltes tholéitiques.



Figure 10 : le gisement de Bleïda.

La masse minéralisée est réticulée et en stockwerk, sécante sur la stratification des faciès porteurs et s'injecte dans les plans de schistosité S1. La minéralisation semble se concentrer dans des failles NE-SW. Dans cette zone fortement tectonisée, située entre les roches basiques et la granodiorite, la minéralisation primaire a été fortement remobilisée et reconcentrée tardivement.

La zone nord contient la minéralisation la plus riche avec une teneur moyenne en Cu de 9,34 % pour un tonnage de 1 800000 t. Elle est localisée dans plusieurs niveaux de la série de Bleïda, dans les pélites (amas 60), au contact entre les pélites et la série schisto-gréseuse (amas 113, 112, 110, 107, 106 et 125), ou dans l'Unité schisto-gréseuse (amas de Bleïda ouest).

Le minerai, constitué de pyrite, chalcopyrite et bornite, se répartit en plusieurs amas de forme lenticulaire se situant dans une bande étroite, de quelques centaines de mètres de puissance et d'une longueur de 4 km. La pyrite est stratiforme et affectée par la schistosité panafricaine. Elle s'étend largement selon un horizon souligné par un niveau-repère de jaspes ferrugineux.



Figure 11 : La minéralisation de pyrite, chalcopyrite et Malachite.

- **Minéralogie**

La minéralisation de Bleïda est à prédominance de sulfures de cuivre et de fer exprimés sous forme de bornite, chalcopyrite et pyrite, qui dessinent une zonalité commune à tous les amas et autour des failles ENE- WSW et de leurs satellites NE et NS.

- **Interprétation génétique**

Une origine primaire a été évoquée pour la minéralisation cuprifère du district de Bleïda, dès les premiers travaux de surface ou de subsurface. La minéralisation primaire, dispersée dans les schistes, serait remobilisée et reconcentrée sous l'influence de l'intrusion de la granodiorite de Bleïda (Saadi, 1973 ; Leblanc, 1974).

Ces auteurs ont mis l'accent sur l'aspect stratiforme de la minéralisation au sein de l'encaissant volcano-sédimentaire, tout en définissant deux types de minéralisation qui seraient continus latéralement dans un même cadre paléo- géographique : au sud un domaine de marge continentale peu profonde à minéralisation « type sud », et au nord un bassin marginal septentrional à minéralisation « type nord ». Dans ce contexte, le gisement de cuivre stratiforme de Bleïda est interprété comme un amas sulfuré mis en place antérieurement aux compressions panafricaines.

La minéralisation cuprifère de Bleïda serait de type SEDEX, mise en place dans un contexte extensif à forte activité exhalative (Mouttaqi & Sagon, 1999).

D'après I.Maacha (Maacha, travaux en cours), le système géothermal à exhalites (jaspes et chloritites) est responsable du dépôt de la pyrite primaire caractéristique du niveau porteur « type nord », ainsi que de la magnétite du niveau de cinérites situé à la base de la série. Cette pyrite est

affectée par la phase majeure panafricaine (phase « B1 » de Leblanc, 1975), ainsi que la magnétite du niveau de cinérites à la base de la série.

Par contre, pour les sulfures de cuivre, les minéralisations de « type sud » en stockwerk sont entièrement sécantes sur la schistosité panafricaine S1 et s'inscrivent dans un style de déformation cassante assistée par fracturation hydraulique. Nous proposons le scénario suivant :

Un premier stade, responsable du dépôt de la pyrite régionale à soufre biogénique avec des jaspes à sa base dans des bassins confinés et en relation avec des émanations volcaniques bimodales, comme les kéraatophyres à magnétite, les spilites et les tufs.

Cette pyrite n'est pas exclusive au niveau porteur nord mais se trouve en dissémination dans toute la série. Son caractère lité et presque massif au nord serait probablement lié à des reconcentrations tectoniques et métamorphiques postérieures. Durant cet épisode, nous n'excluons pas l'existence de sulfures de cuivre, dont nous ne pouvons pas confirmer le caractère économique.

Une minéralisation hydrothermale contrôlée par une déformation cassante tardi-panafricaine dans un contexte extensif. Il en résulte des lentilles minéralisées à zonalités emboîtées et symétriques par rapport au drain, traduisant la précipitation séquentielle des sulfures à partir d'un même fluide hydrothermal en fonction des conditions physiques et chimiques de ce fluide et des caractéristiques cristallographiques et de solubilité des espèces minérales.

Les couloirs de cisaillement ductile à pyrite auraient joué le rôle de réceptacles. Cet événement serait contemporain du volcanisme alcalin du Jbel Alougoum et synchrone des minéralisations de cobalt de Bou Azzer.

2. Mine de Bou Skour

- **Localisation**

La mine de Bouskour est située dans la partie centrale du massif du Saghro à l'Est de l'Anti-Atlas, à environ 56 km (à vol d'oiseaux) à l'Est de la ville de Ouarzazate. Elle est facilement accessible en utilisant la route N10 entre Ouarzazate et Errachidia et en empruntant à partir du village de Skouraune la piste d'environ 35 km vers le SE.



Figure 12 : la mine de Bou Skour.

- **État et historique**

Les premiers travaux sur le gisement de cuivre de Bouskour remontent à 1942 par M. Chaigne pour le compte de la société des mines du Djebel Saghro (SMD). Ces travaux ont été poursuivis en 1948 par la société des mines d'Issougrri (SMI) et par la société des mines de Bouskour. En 1955, une réorganisation entre la société des mines de Bouskour, le BRPM et l'ONA a permis de relancer les recherches sur l'ensemble du district de Bouskour, aboutissant ainsi à l'exploitation de la mine en 1958. L'exploitation est arrêtée en 1977, suite aux effets conjugués de la mauvaise qualité du minerai et de la baisse des cours des métaux sur le marché international.

À partir de 2008 reprise des explorations a grande échelle par, Reminex Exploration, une filiale de Managem, Un gisement de cuivre de classe mondiale a été découvert et l'épaisseur augmente avec la profondeur pour atteindre 100 m au niveau 600 m. Le gisement est encore ouvert en profondeur et plusieurs cibles n'ont pas encore été explorées. Le gisement est en cours d'étude de faisabilité et sera probablement la plus grande exploitation de cuivre en Afrique du Nord.

- **Cadre géologique**

La région de Bouskour est située dans le Saghro central à l'est de l'Anti-Atlas, principalement au NE de l'accident majeur de l'Anti-Atlas. Les roches les plus anciennes du secteur minier correspondent à des laves andésitiques et hydrothermalement métamorphisées affleurant en une unité serrée de direction NW-SE et qui contient les principales structures minéralisées.

Ces laves andésitiques sont attribuées à la série métamorphique de Sidi flah-Bouskour (Groupe Saghro) d'âge Cryogénien (Néoprotérozoïque moyen) . L'analyse de deux carottages dans le Filon 2, a montré l'existence de très fins niveaux noirâtres qui s'insèrent dans l'andésite.

C'est l'équivalent des turbidités volcano-sédimentaires associées aux séries cryogéniennes affleurant au nord, notamment dans la région de Sidi flah. Une syn-déformation panafricaine affecte l'ensemble de ces terrains avec une schistosité S1 de direction N70-80, associée à des plis isoclinaux dans les faciès schistes verts métamorphiques (Walsh et al., 2008).

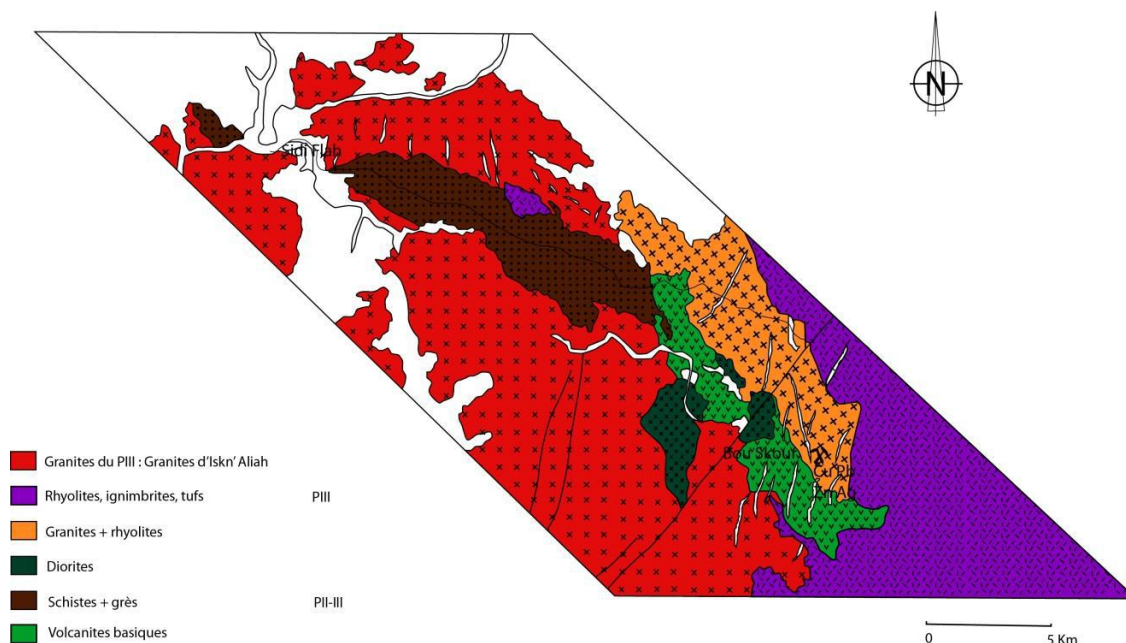


Figure 13 : Carte géologique du district de Bou Skour.

Cette région est recoupée et recouverte en grande discordance par le Néoprotérozoïque supérieur de diverses formations ignées et volcano-sédimentaires (Groupe de Ouarzazate), ces dernières sont particulièrement intrusives dans le substratum andésitique du granite et de la granodiorite de Bouskour au nord et à l'est (570 ± 5 Ma) et dans le granite à boules (Tixeront, 1971) ou granite rose d'Assif Tgmoute à l'ouest (577 ± 8 Ma) (Walsh et al, 2008).

La géologie du Sud est formée de tufs volcaniques et rhyolitiques rhyodaciques (571 ± 5 Ma) et d'andésite attribués à la partie inférieure du Groupe de Ouarzazate (NP3i) (Walsh et al, 2008). Les sondages profonds réalisés par Managem (2011) révèlent la présence d'un système de dykes porphyriques basiques portant des minéralisations en profondeur.

- **Description du gisement**

Le site cuprifère de Bouskour correspond à une série de gisements de tailles et de paragenèses minérales diverses, qui sont du nord au sud : Panthère, Chaigne, Anne Marie, l'Ambitieuse, Chapeau de fer et Patte d'Oie et Agoulzi. La minéralisation économique est généralement cuprifère mais elle acquiert parfois des caractères polymétalliques

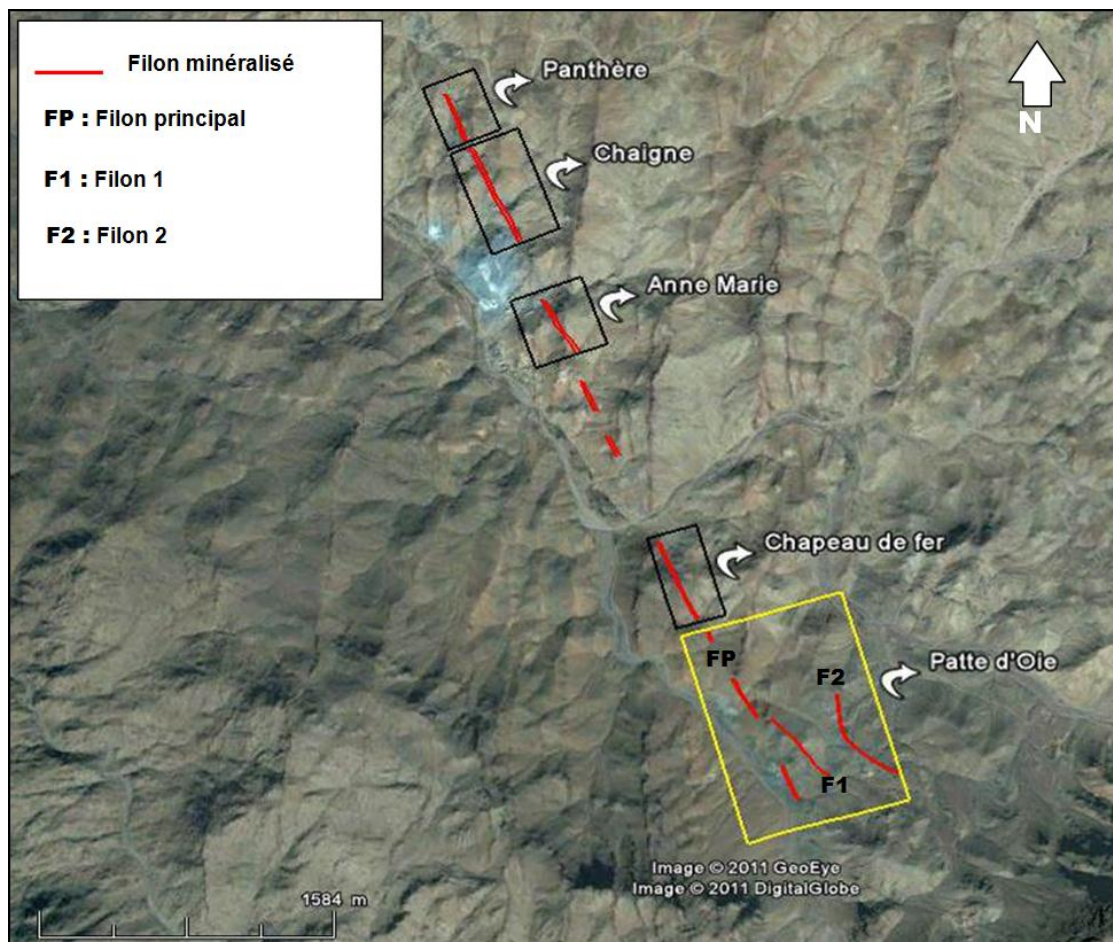


Figure 14 : Localisation des principaux filons dans la région de Bou Skour.

Le gisement "Patte d'Oie" est le plus intéressant et représente plus de 90% du métal contenu. Il est constitué de trois corps minéralisés FP, F1 et F2, qui s'organisent spatialement, en forme de pattes d'oie. Cette morphologie est le résultat d'une répétition tectonique de F1 et F2 par un accident sinistral NE majeur (faille de Clavel)

Le cuivre, l'argent, le bismuth et le molybdène forment la paragenèse minéralogique de la minéralisation, qui devient dominante en plomb et zinc vers Agoulzi au sud et l'Ambitieux au nord.

De manière générale et en relation avec les faibles niveaux d'érosion, les corps minéralisés ont des formes prismatiques et s'épaississent en largeur avec la profondeur où l'épaisseur varie de quelques

mètres dans l'affleurement à 100 mètres dans le niveau -600 m. L'extension latérale varie de 200 mètres à 200 mètres.

Sur un plan métallogénique, la minéralisation se présente sous plusieurs formes avec des textures et des teneurs variables. Le type disséminé représente l'enveloppe globale avec le maximum de l'épaisseur et une teneur modérée.

Le type rubané est le plus riche et est corrélé aux couloirs de cisaillement qui contrôlent la structure globale du corps. Les veines et la minéralisation SW sont associées à des veines de quartz et de carbonate et correspondent à une remobilisation par une déformation cassante ultérieure.

En ce qui concerne les altérations, la chloritisation est le principal marqueur de l'hydrothermalisme. Elle affecte aussi bien l'andésite du Précambrien II que le granite et les dykes.

La tectonique qui affecte la minéralisation est polyphasée. Elle commence par une déformation ductile précoce contrôlée par des couloirs de cisaillement régionaux NNW. Cette déformation est limitée aux unités de base de la série de Ouarzazate.

Un épisode cassant, auquel sont associés des filons de quartz-carbonates, réactive les anciens couloirs et remobilise la minéralisation. Ces filons affectent la couverture et seraient probablement d'âge hercynien. C'est à l'occasion de cet événement que le gisement est nommé filons de Bouskour. Un dernier événement transcurrent est matérialisé par un système accidentel qui a fait atterrir le gisement et qui fait partie de la faille de Clavel.

Cette tectonique a attribué des niveaux supergènes caractéristiques de l'altération de Bouskour dans la plupart des cas dépassant la profondeur de 80 m y compris la colonne oxydée.

- **Minéralogie**

Les minéraux sulfurés se composent principalement de sulfures de fer, de cuivre, de plomb, de zinc, de bismuth et de molybdène. La pyrite constitue l'enveloppe générale de la minéralisation, seule ou en association avec les sulfures de cuivre. Elle est parfois remplacée par de l'hématite. L'arsénopyrite est présent en quantité importante dans le Nord mais rare dans la zone de la Patte d'Oie.

La chalcopirite est le sulfure le plus dominant et se présente en deux phases.

Les minéraux supergènes de la zone de cimentation comprennent la chalcocite, la covellite, la néodigénite, la ténorite, la cuprite, le cuivre et l'argent natifs.

La partie supérieure oxydée comprend de la géothite, de la lépidocrocite, de la malachite, de la chalcotrichite, de l'azurite, de la cérusite, de la chrysocolle, de la wulfénite et de l'autunite.

L'argent est associé au cuivre et présente des corrélations positives avec le bismuth et l'arsenic. L'or est légendairement connu dans ce type de gisement. Les concentrés de cuivre à 29-30% de la teneur exploitée dans le passé contenaient la teneur en or allant de 0,5g à 5g/t.



Figure 15 : L'argent associé avec le cuivre.

- **Modèle génétique**

Il est admis que les formations volcaniques et plutoniques précambriennes de Bouskour en particulier, et du Saghro en général, correspondent à un contexte magmatique d'arc, en relation avec l'évolution orogénique panafricaine, quel que soit le modèle géodynamique retenu pour celle-ci : subduction-obduction à vergence sud, selon Saquaque et al. (1992) ; subduction à vergence nord, obduction et collision oblique, selon Gasquet et al., 2005, 2008). L'époque métallogénique la plus fertile au niveau de cette région serait tardipanafricaine, d'âge proche de 540 Ma comme il est établi à Imiter.

La minéralisation primaire de Bouskour est encaissée dans les roches andésitiques du Cryogénien (Groupe du Saghro), dans les granites de Bouskour et les unités volcaniques qui appartiennent aux termes inférieurs du Groupe de Ouarzazate, et dans des dykes porphyriques qui prédominent en profondeur. Cette minéralisation primaire est recoupée par les dykes de rhyolites datés à 564 ma et

ne se présente pas dans les roches volcaniques de la partie supérieure du Groupe de Ouarzazate. On est donc en présence d'un événement métallogénique situé entre 570 et 564 Ma.

Dans un premier temps, cet événement a été considéré comme de type filonien et d'âge hercynien, ce qui limitait son intérêt. Récemment, des données nouvelles ont poussé plusieurs auteurs à reconsidérer cette interprétation. Dans un rapport inédit (Alansari, 2008), des fragments de minéralisation massive et litée présentant des microstructures de dépôt stratiforme ont été décrits, et envisagés comme des fragments « préservés » provenant d'un horizon minéralisé stratiforme caché. En 2011, M. Jebrak et E. Marcoux stipulent un gisement de type VMS ou de type porphyrique et recommandent des travaux complémentaires pour élucider le modèle et en faire un outil d'exploration (Rapport interne Managem).

Les résultats obtenus par les services géologiques de Managem favorisent un système porphyrique dans lequel la « patte d'oie » à Cu, Sb, Mo, U correspond au modèle porphyre, et les gisements à Pb, Zn, Cu (Agoulzi, l'Ambitieuse), les gisements à Cu, Ag (Chaigne) ou encore à Ag, Cu (Sidi Flah) représente la composante épithermale du système. Ce modèle est en cours d'étude et aura sans doute un grand impact sur l'exploration minière dans l'Anti-Atlas marocain.

3. Le cuivre du Jbel N'Zourk

- **Localisation**

Le gîte du Jbel N'Zourk se situe sur le flanc sud de l'Anti-Atlas central entre les boutonnières précambriennes de Bou Azzer- El Graara et de Zenaga (fig .12) à environ 10 km au NW d'Alougoum. On y accède par la route goudronnée (R111) reliant Tazenakht à Foum Zguid, puis par une piste d'environ 10 km, qui se sépare de la route à 1 km au nord du village d'Alougoum en direction de l'ouest. GPS : N 30°20'42.71", W6°55'58.89", alt : 1420 m

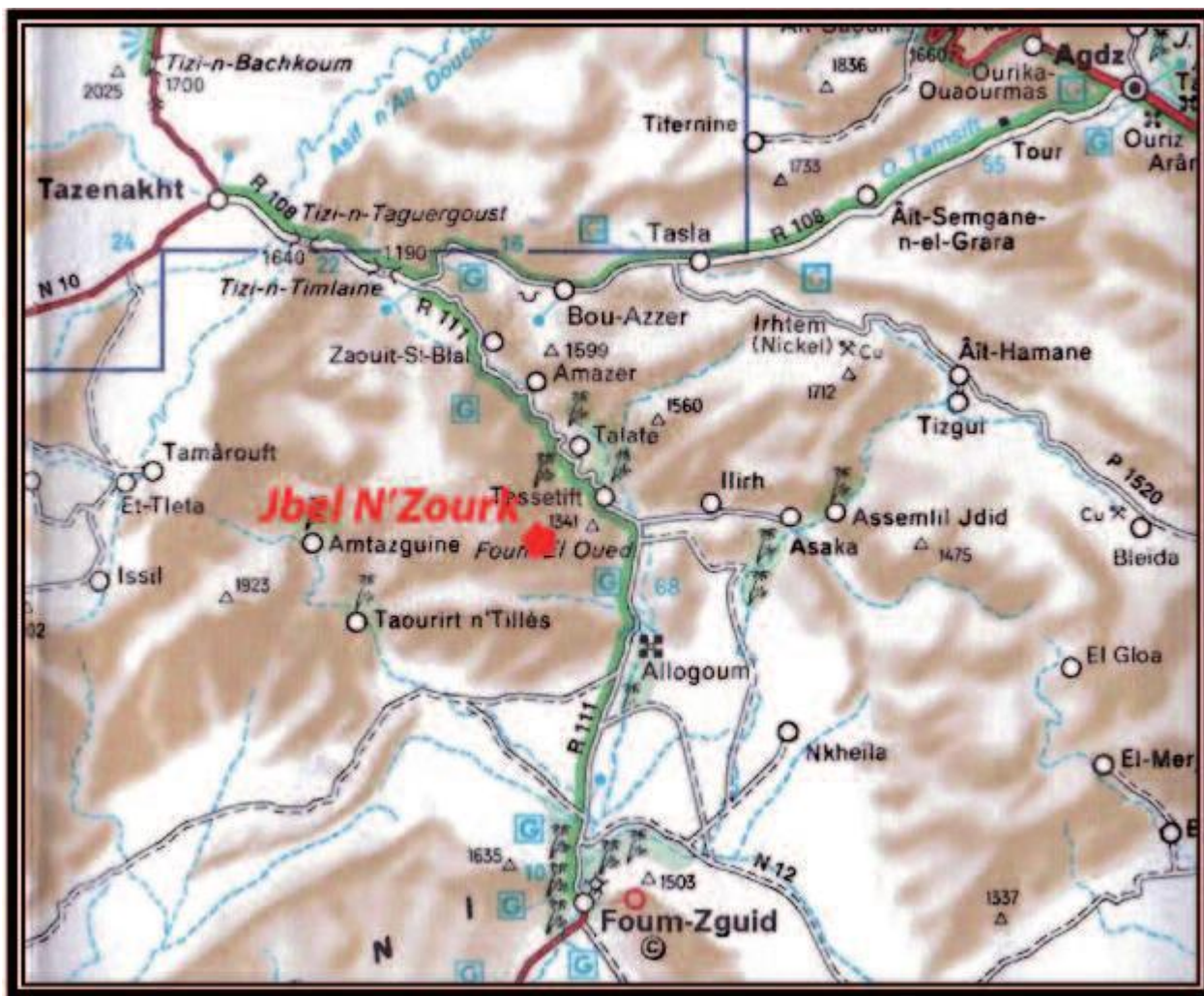


Figure 16 : Localisation du gisement de Jbel N'Zourk sur un extrait de la carte routière Michelin au millionième.

- **État et historique**

Comme les autres gisements de l'Anti-Atlas, le gîte cuprifère du J. N'Zourk a fait l'objet de travaux dès le Moyen Âge comme le montre la présence d'anciennes galeries défilées, de haldes et de scories à cuivre natif dans les rivières. Durant les années 1980, des exploitations artisanales ont été menées et ont visé quelques lentilles dans les siltites riches en minéralisations.

En 1995, la SOMIFER entreprend des essais de lixiviation dans le cadre de l'inventaire et de l'évaluation des minéralisations oxydées de la boutonnière de Bou Azzer-El Graara. En 2010, la société OUISELSAT MINES reprend le gisement et y réalise des travaux de galeries et deux forages carottés cumulant 272 m, dans l'idée d'explorer les extensions aval et latérales de la minéralisation. En 2011, le Groupe Managem réalise les premiers travaux de détail sur le secteur incluant la cartographie, l'échantillonnage de surface et 19 forages totalisant 1040 m.

Les essais de traitement par flottation semblent concluants. Ces travaux ont permis de délimiter 1,9 millions de tonnes tout venant à 0.8 % de cuivre et un potentiel de 4 millions de tonnes.

- **Cadre géologique**

Le gîte de Jbel N'Zourk est encaissé à la base de la couverture adoudounienne-cambrienne (fig.13), qui correspond à des strates de calcaires, de calcaires dolomitiques et de siltites gréseuses subordonnées (formation des Calcaires inférieurs). Ces strates sédimentaires de plateforme sont associées à des formations volcaniques (tufs et coulées basaltiques alcalines) datées à 534 ± 10 Ma au J. Boho.

Au-dessus des Calcaires inférieurs, la Série lie-de-vin correspond à un intervalle terrigène, puis la sédimentation calcaire reprend (Calcaires supérieurs). Le Cambrien inférieur carbonaté est suivi par des faciès gréseux (Grès terminaux) maintenant rangés dans le Cambrien moyen.

Les synclinaux de la région montrent la suite de la série jusqu'à l'Ordovicien inférieur, tandis que les termes plus récents, antérieurs au plissement hercynien ne sont préservés que vers le sud de la chaîne (Foum Zguid, plaines du Draa). L'épaisseur totale de la série ayant recouvert le gisement avant l'orogénèse hercynienne est de l'ordre de 8 km

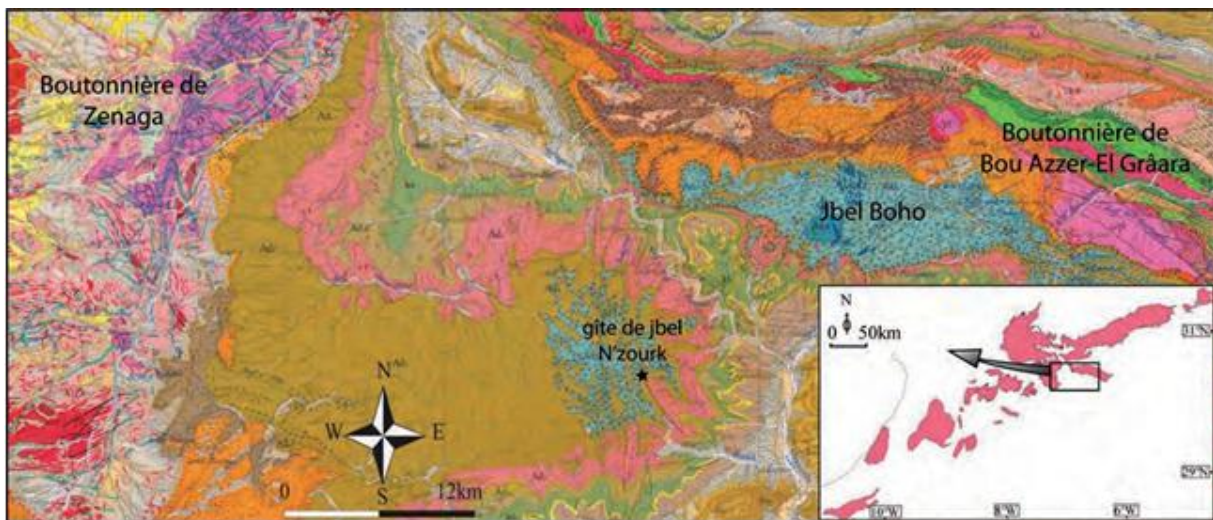


Figure 17 : Cadre géologique du gisement, d'après la carte géologique au 1/200 000 de l'Anti-Atlas central (Choubert, 1970).

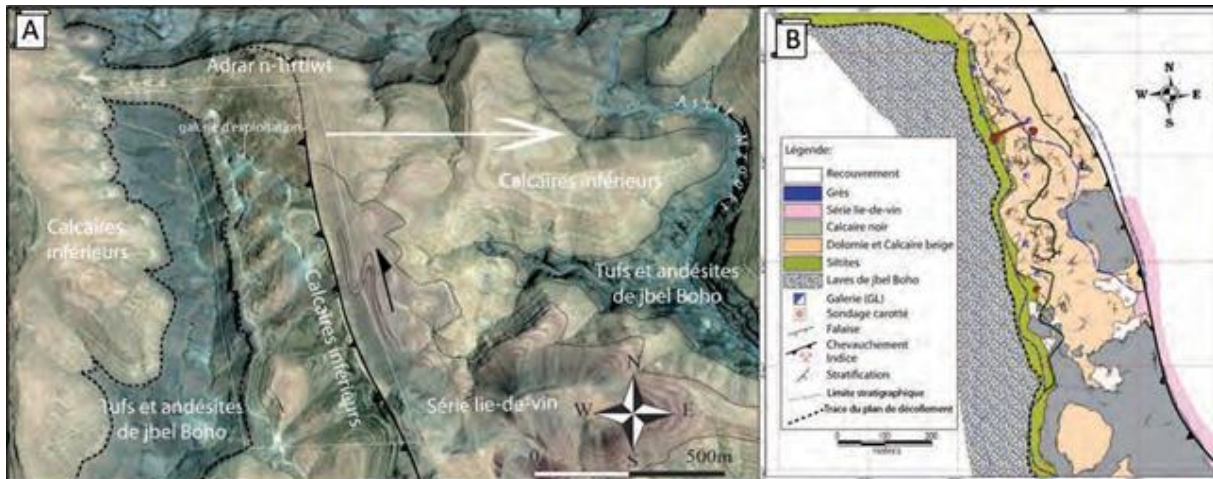


Figure 18 : A) Esquisse géologique du secteur de jbel N'Zourk sur une image Google Earth ; B) carte de détail du secteur.

- **Description du gisement**

La minéralisation du Jbel N'Zourk affleure principalement le long du flanc ouest d'une crête de Calcaires inférieurs, l'Adrar n-Tirtiwt (J. N'Zourk) A la base des calcaires affleurent les unités volcaniques du J. Boho, formées de tufs et de brèches, de basaltes alcalins, trachyandésites et trachytes qui affleurent largement au fond des oueds. La série sédimentaire débute par une alternance de pélites, de grès et de conglomérats ferrugineux de couleur rouge. Ces niveaux terrigènes sont surmontés par des calcaires noirs dolomitiques montrant à leur base une zone de brèche intraformationnelle, témoin d'une tectonique synsédimentaire à caractère sismique.

On note aussi dans cette partie basale la présence de nodules de quartz, de niveaux discontinus gréseux et/ou conglomératiques à ciment de quartz et de niveaux métriques de pélites gréseuses de teinte beige. La minéralisation reconnue est encaissée dans cet horizon qui évolue vers un calcaire gréseux de teinte beige.

Les corps minéralisés se présentent sous forme de couches orientées selon la direction N-S et qui s'épaississent à l'approche de la charnière du pli de rampe d'axe N-S décrit plus haut. La puissance est très variable et varie de 1 m jusqu'à plus de 20 m.

- **Minéralogie**

La minéralisation du J. N'Zourk se présente sous forme d'oxydes de cuivre, de malachite et de rare traces d'azurite. Les sulfures sont très rares, représentés par la bornite, la chalcopirite, la covellite, la chalcosine et la pyrite.

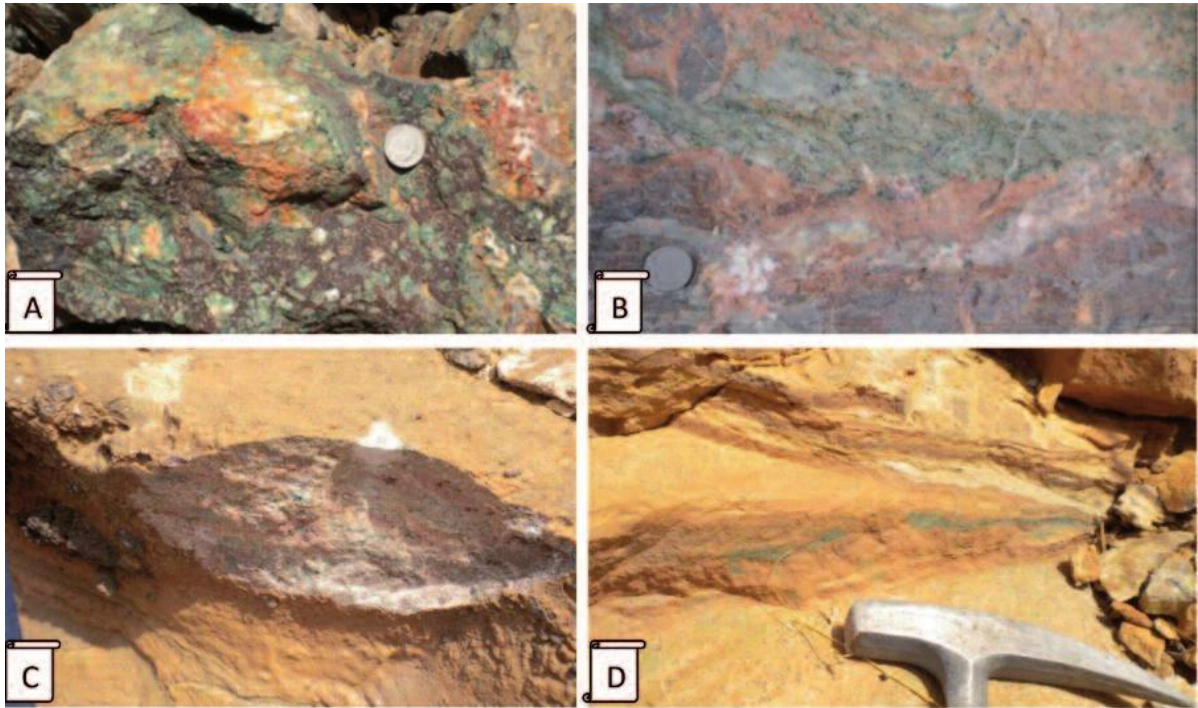


Figure 19 : A) Brèches dolomitiques minéralisées. B) Minéralisation liée aux microconglomérats. C) Minéralisation liée aux calcaires gréseux. D) Minéralisation stratiforme dans les pélites gréseuses.

- **Modèle génétique**

Comme les autres stratiformes gisements de cuivre de l'Anti-Atlas, le gîte du J. N'Zourk montre à la fois des caractères syngénétiques et épigénétiques. La position des séries volcaniques du J. Boho juste au-dessous de la minéralisation peut expliquer l'origine du cuivre qui aurait pu se déposer précocement dans les couches cambriennes selon des concentrations à faibles teneurs.

Cet épisode syngénétique ne permet cependant pas de rendre compte des grandes concentrations au voisinage des structures tectoniques hercyniennes. En revanche, dans les régions où la couverture carbonatée est affectée par les plissements et chevauchements hercyniens, les relations spatiales entre la minéralisation et les structures sont évidentes, ce qui plaide pour une reconcentration épigénétique liée à la circulation hydrothermale des saumures de bassin sous une série sédimentaire épaisse. Ainsi, les systèmes de failles et plis de rampe hercyniens affectant les dolomies inférieures décollées au-dessus des laves du J. Boho constituent un guide de recherche pour des concentrations économiques de cuivre.

4. État général de quelques mines de l'Anti Atlas

Tableau 1 : Les principaux mines cuprifères dans l'Anti Atlas.

Mines	Localité	Substance Exploitable	Etat productive	Types de minéralisation
Bouskour	Massif de saghro	Cu-Ag	Etude de faisabilité	Filoniennes
Oumjrane-Bou Nahas	Anti Atlas oriental (partie sud occidentale du bassin de Maïder, à 50 km à vol d'oiseau au SE d'Alnif)	Cu	Active	Filoniennes
Bleida	Située au SE de la boutonnière de Bou Azzer-El Graara	Cu	Active	-Types Nord : Stratiformes -Type Sud : Filoniennes
Jbel N'Zourk	Flanc Sud de l'Anti Atlas Central (10 km au NW d'Alougoum.)	Cu	Active	Stratiformes
Tazalarht	Anti Atlas Occidental	Cu	Active	Stratiformes Filoniennes
Agjgal	Situe 46 Km au Sud de Tafraouat	Cu-Ag	Active	Kupferschiefer (Schiste Cuivreux)

Les mines de l'Anti Atlas sont caractérisées par une minéralisation réparties de deux façons : une minéralisation filonienne et une minéralisation stratiformes. Cependant la minéralisation filonienne est plus abondante.

A l'échelle de l'Anti-Atlas, les minéralisations cuprifères sont encaissées dans l'ensemble des unités du socle Précambrien et elles sont présentes jusqu'aux lithologies Ordoviciennes dans la couverture. Par ailleurs, au sein de cette couverture, l'essentiel des minéralisations référencées est localisé sur le pourtour des boutonnières Précambriennes ou le long de l'Accident Majeur de l'Anti-Atlas (AMAA).

On croise généralement le minerai souvent sous forme de sulfure et elle est souvent associée à de l'argent comme à Bouskour et Agjgal.

II. LA MINERALISATION DANS LA REGION DE TALIOUINE :

1. Situation géographique de la zone d'étude

Taliouine est une ville du Maroc. Elle est située dans la région de Souss-Massa sur la route nationale N° 10 entre Ouarzazate et Agadir, à 100 km de Taroudant et à 1000 m d'altitude. Elle est limitée au nord par la province d'El Haouz, à l'ouest par Aoulouz (Province de Taroudant) à l'est par Taznakht (Province d'Ouarzazate) et au sud par la province de Tata.

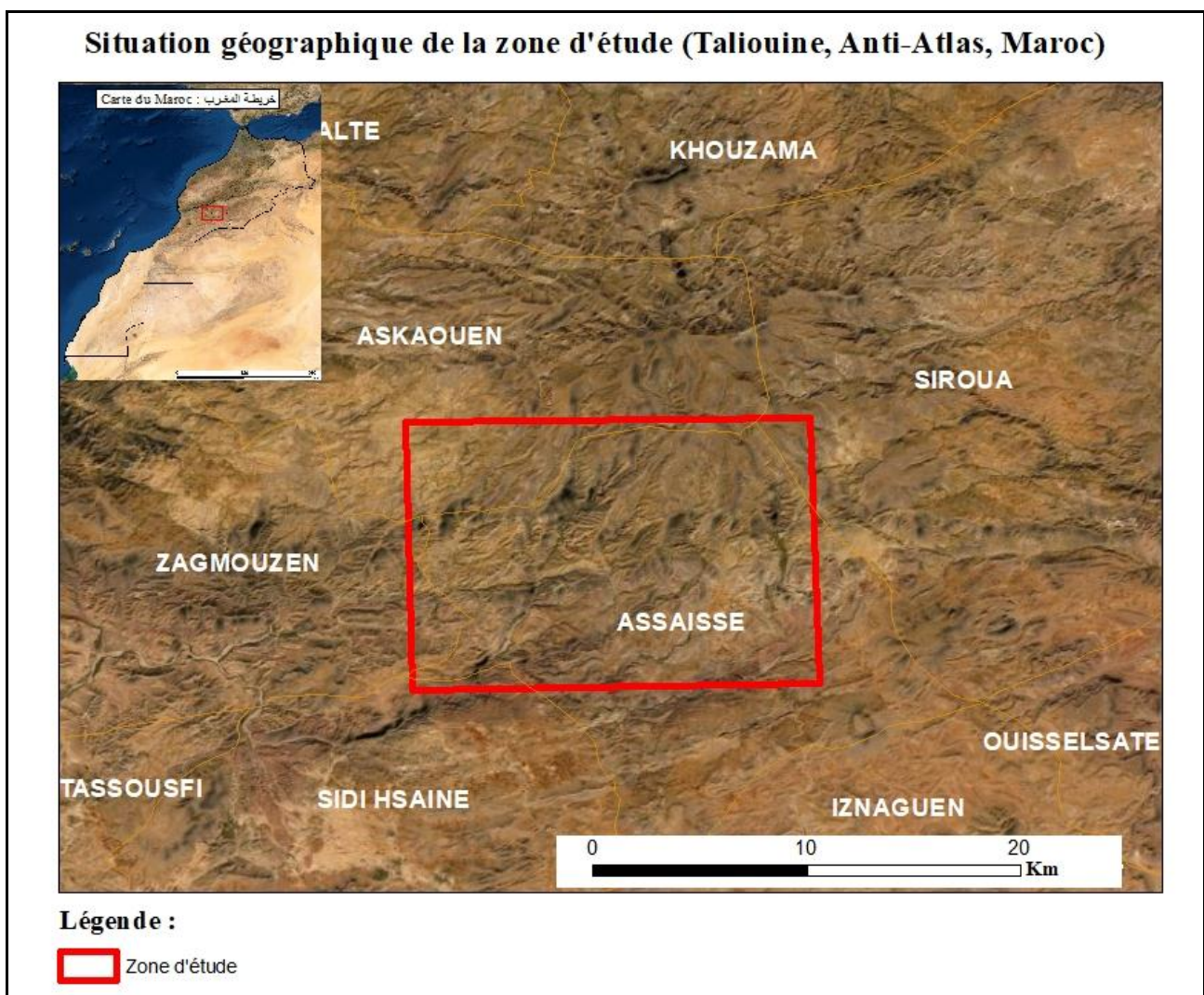


Figure 20 : Situation géographique de la zone d'étude. (ElMoussalim Arcgis 2021)

2. Situation géologique

Notre région d'étude est caractérisée par un socle précambrien qui se caractérise dans le versant sud de sirwa par des Migmatites de Tazoult, une série de base adoudouniens composée de schistes et grès verts et violacés disparaissant vers l'Est.

Alternance de tufs volcaniques ou de cendres altérées et d'horizons à ignimbrites ou andésites. On a aussi les granites gris d'Askouan, des Ida ou Illoun.

Une couverture quasi cénozoïque au nord (miocène sup), et quelque couche du quaternaire très ancien à cailloutis et hautes surfaces du massif de sirwa ou de la bordure sud.

Les différentes formations géologiques de la région sont structurées par la famille de faille de direction principale E-W d'un âge probablement précambrien.

Les failles majeures sont de direction E-W et les failles mineurs se joignent à eux légèrement inclinée vers le Nord. Dans la bordure sud du sirwa elles se caractérisent par des chevauchements vers le Nord.

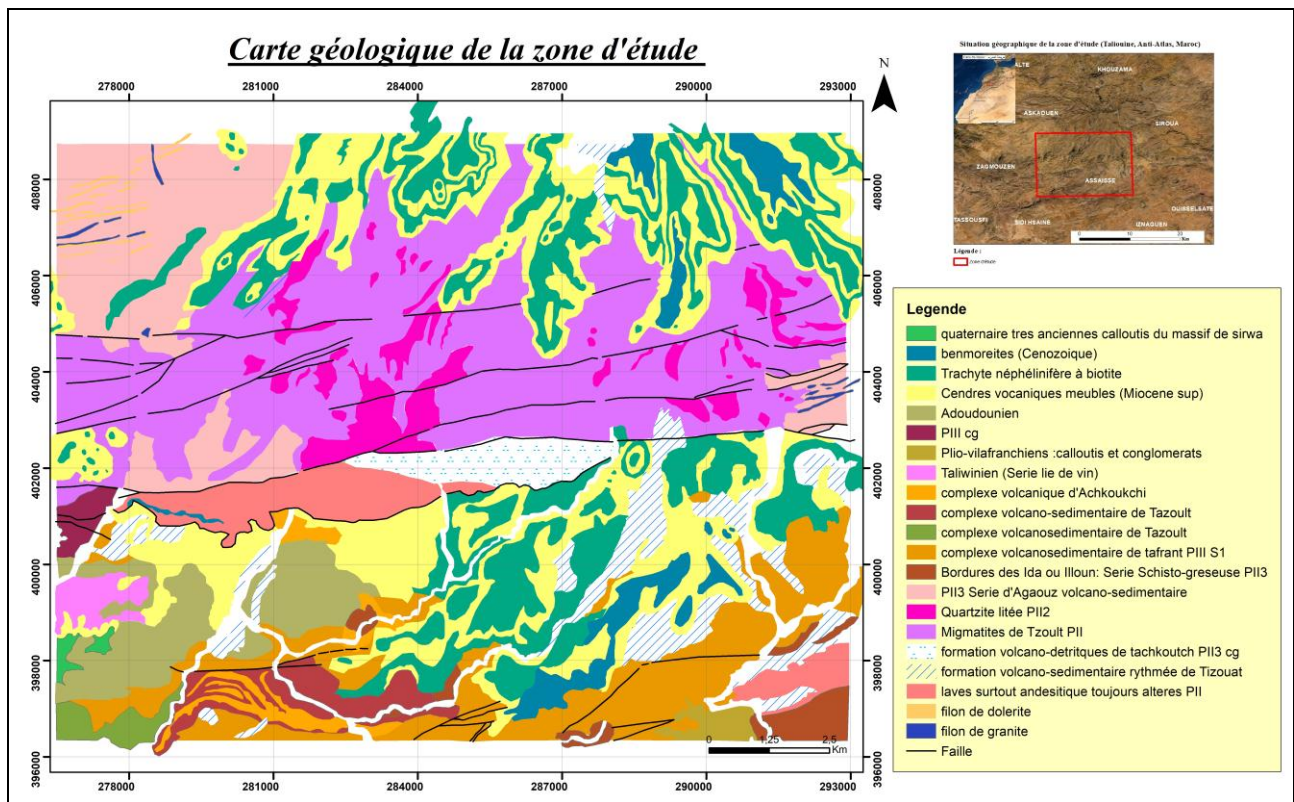


Figure 21 : carte géologique de zone d'étude (Taliouine 2021 Arcgis).

III. LA MINÉRALISATION CUPRIFÈRE

1. Les indices de cuivre

La région de Taliouine est caractérisée par la présence des indices de cuivre dans plusieurs zones principalement dans la zone de Tirzzit qui situé à 10 km vers l'Est de la Ville de Taliouine été qui caractérisée par le cuivre stratiforme dans la Série de base Schiste et grès verts et violacées, Le Versant sud du massif volcanique de Siroua, le Nord-Est du massif volcanique de Siroua (région des Kzama), et dans le Socle du massif de Siroua, le cuivre dans ces zone est présent sous forme filonienne dans les migmatites de Tazoult, le complexe ophiolitique des kzama et dans la formation volcano-détritique de Tachakoucht,

Tableau 2 : caractérisation des indices miniers de Cu dans la région de Taliwine.

Carte	Localité	Substance Exploitable	Cadre géologique	État productive	Types de minéralisation
TALIWINE	Tirzzit a 10 km vers l'Est de la Ville de Taliouine	Cu	Série de base Schiste et grès verts et violacées	Étude de Faisabilité	Stratiforme
	Versant sud du massif volcanique de Siroua (zone d'étude)	Cu	Migmatites de Tazoult	Étude de Faisabilité	Filonienne
	Nord-Est du massif volcanique de Siroua (région des Kzama)	Cu	Complexe ophiolitique des kzama	Étude de Faisabilité	Filonienne
	Socle du massif de Siroua	Cu-Ag	Formation volcano-détritique de Tachakoucht	Étude de Faisabilité	Filonienne

Notre zone d'étude comporte 5 indices minéraux qui sont tous de nature cuprifère. Cette minéralisation est encaissée dans les migmatites de Tazoult, dans les marnes limoneuses, conglomérats, les calcaires et dolomies. La minéralisation est d'origine hydrothermal ce qui se confirme par la présence de plusieurs failles autours des zones minéralisées.

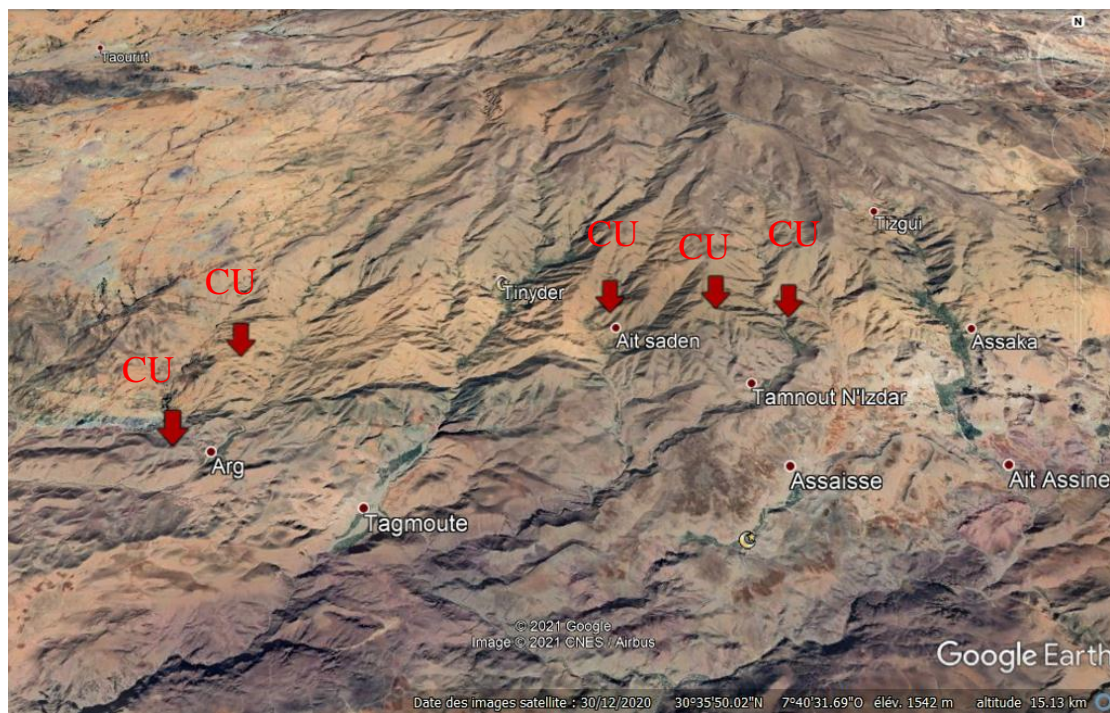


Figure 22 : Localisations des différents indices miniers.

Nous avons résumé les caractéristiques des indices miniers de notre zone d'études dans le tableau qui se dessous :

Tableau 3 : Caractéristiques des indices minérales de la zone d'études.

Indices	Substances	Facies	AGES	Types de minéralisations
1	Cu	Marnes Limoneuses, Conglomérats	Miocène Sup	Hydrothermal
2	Cu	Migmatites	Précambrien II	Hydrothermal
3	Cu	Migmatites	Précambrien II	Hydrothermal
4	Cu	Migmatites	Précambrien II	Hydrothermal
5	Cu	Calcaires et Dolomies	Adoudounien	Hydrothermal

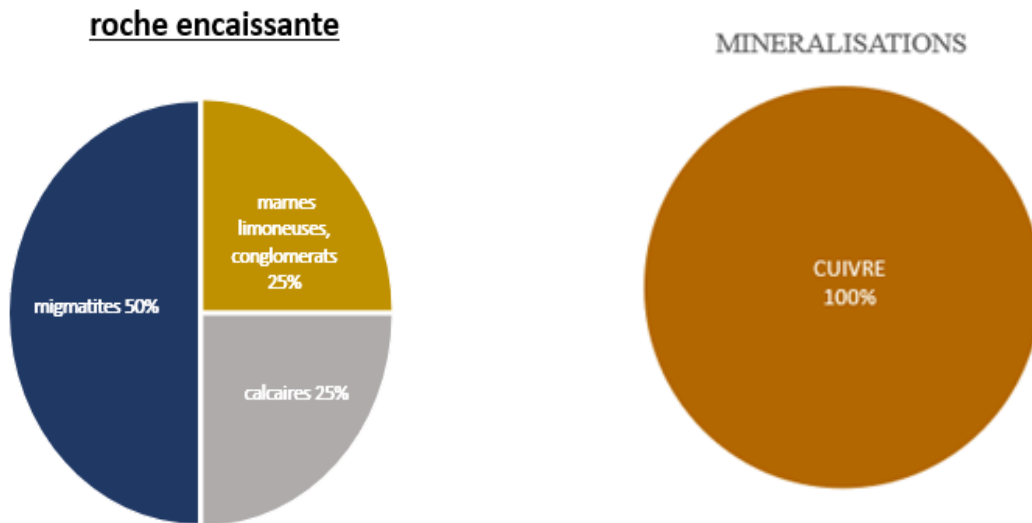


Figure 23 : Nature des roches encaissante de la minéralisation de cuivre.

Dans la zone d'étude, les migmatites encaissent la majorité des minéralisations cuprifères sous forme filonienne, par contre les marnes limoneuses, les conglomérats, les calcaires et dolomies encaissent ces minéralisations sous forme stratiforme.

2. Minéralogie

La minéralisation se présente sous forme de malachite et d'azurite qui sont des carbonates de cuivre et des sulfures principalement dans les migmatites d'âge Précambrien II.



Figure 24 : La malachite et l'azurite associée avec les sulfures.

D'un point de vue minéralisations, certaines de veines sont stériles et d'autres sont à remplissage de quartz et barytine présentant des minéralisations cuprifères en veines (figure : 25)



Figure 25 : Veine de quartz à cuivre disséminée.

La malachite est avec l'azurite le plus courant des minéraux secondaires de cuivre, tout en étant cependant plus abondant que ce dernier. Ce minéral résulte de l'altération supergène des minéraux primaires de cuivre, chalcopryrite le plus souvent, dans des conditions de pH neutres à basiques et pour une pression partielle de CO₂ ambiante. Il se forme également par transformation de l'azurite dont la pression partielle de CO₂ de formation est supérieure. Il n'existe aucun gisement de cuivre qui ne présente sur ses couches supérieures une grande quantité de malachite.



Figure 26 : Les types de minéralisations cuprifères dans la zone d'étude.

CONCLUSION

Pour conclure, ce stage de 2 mois chez la société Atlas Mining nous a permis de mettre en pratique nos connaissances théoriques acquises lors de la formation à la faculté des sciences et techniques de Fès et d'acquérir de nouvelles connaissances.

Cette expérience a été une bonne initiation dans la vie professionnelle, et nous a permis d'être en contact avec des professionnels et de profiter de leurs expériences et conseils.

Le projet étudié m'a offert la chance de connaître les méthodes et recherches effectués pour déterminer des indices miniers dans une région donnée.

Ainsi l'entreprise pourra effectuer des études plus poussées pour savoir si ces indices miniers notamment ceux de cuivre correspondent à des gisements.

La région de Taliouine fait partie de l'Anti Atlas, plus précisément au versant sud du massif volcanique de Jbel Sirwa.

La zone que nous avons choisie est caractérisée par la présence d'un socle précambrien correspondant au versant sud de Sirwa et représenté principalement par les Migmatites de Tazoult, une série de bases adoudouniennes composée de schistes et grès verts et violacés disparaissant vers l'Est.

Une couverture est quasi cénozoïque au nord (miocène sup), avec quelques couches du quaternaire à cailloutis et hautes surfaces du massif de Sirwa ou de la bordure sud.

La minéralisation est d'origine hydrothermale représentée par l'existence des minéraux primaires de cuivre principalement des pyrites et des chalcopyrites sous forme filonienne encaissées dans les migmatites d'âge Précambrien II, et des minéraux secondaires tels que la malachite et l'azurite sous forme stratiformes et disséminés dans les calcaires et les dolomies d'âge Adoudounien et dans les marnes limoneuses, les conglomérats d'âge miocène supérieur.

BIBLIOGRAPHIE

- ALANSARI A. (2008) : Caractérisation minéralogique et texturale des échantillons prélevés dans le niveau « 0 » et dans le niveau « -20 » du chantier d'Agoulzi. Rapport inédit Managem, 148 pages.
- CHARLES Robert-charrue (2006) - Géologie structurale de l'Anti-Atlas oriental, Maroc.
- CHOUBERT G. (1970) : Carte géologique de l'Anti-Atlas central et du synclinal de Ouarzazate, feuilles Ouarzazate, Alougoum et Telouet sud. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 138 p.
- CHOUBERT G. (1947) : L'accident majeur de l'Anti Atlas C. R. Acad. Sci. Paris. 285
- HUGO Bourque (2017) : Le cuivre de l'Anti-Atlas, un problème complexe: synthèse des occurrences cuprifères de la boutonnière de Bou Azzer-El Graara et nouvelles données (Anti-Atlas,Maroc)
- MOUTTAQI .A, Rjimati .E.C, Maacha .L, Michard .A, Soulaïmani .A et Ibouh H, (2011) - Nouveaux guides géologiques et minier du Maroc volume 9 : Les principales mines du Maroc.
- MAACHA .L, El Ghorfi .M, Soulaïmani .A, Ennaciri .A (2015) -Minéralisations sulfurées de Cuivre de la série de plateforme de Bleïda boutonnière de Bou Azzer-El Grâara (Anti-Atlas occidental)
- SAADI M. (1973) : Les gisements de cuivre de Bleïda (El Graara , Anti-Atlas, Maroc). In : Les roches plutoniques dans leurs rapports avec les gîtes minéraux. Coll. Sci. Intern. Eugène Raguin, Masson édit, 288-290.
- Saïd HINAJE, Cours de Prospection minière et pétrolière au Maroc (2020/2021)
- GHFIR Y. Cours de géologie du Maroc (2019/2020)
- WALSH G.J, BENZIANE O.F et AL.(2008) : Mémoire explicatif de la carte géologique du Maroc au 1/50 000, feuille Bouskour. Notes et Mém Serv. géol. Maroc, n° 469 bis, 132 p.

WEBOGRAPHIE

<https://www.mem.gov.ma/Pages/secteur.aspx?e=7>

<https://www.mem.gov.ma/e-services/>

<http://www.onhym.com/mines/les-provinces-metallogeniques-au-maroc.html>

<http://www.fossiliraptor.be/cuivre.html>

<http://www.managemgroup.com/>

https://www.researchgate.net/figure/Carte-geologique-simplifiee-de-la-boutonniere-de-Siroua-modifiee-dapres-la-carte_fig10_295909431