

UNIVERSITE CADY AYYAD
FACULTE DE SCIENCES ET TECHNIQUES GUELIZ
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

Laboratoire GEORESSOURCES

URAC 42



Projet de fin d'étude

Licence: géologie appliquée aux ressources minières

LST : GARM

SUJET

ETUDE GEOLOGIQUE ET RECHERCHE DES MINERALISATIONS
DE CUIVRE / ARGENT/OR COULOIR FOUANOU
ANTI ATLAS OCCIDENTAL MAROC

Réalisé par : RAHALI Rachid
ER-RABHI Hamza

Encadré par :
Mme. Aicha REDDAD (Professeur à FSTG)
Mr. MOULAY LARBI BOUCHAOURI (géologue expert)

Soutenu devant le jury :
Pr. Aicha REDDAD (FSTG)
Pr. Samira ESSARRAJ (FSTG)

Date de soutenance : 23/06/2017

Année universitaire : 2016 / 2017

REMERCIEMENT :

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier ALLAH avant tout et nos parents qui font tout pour nous appuyer.

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce projet de fin d'étude et qui n'a été possible que grâce au soutien de nombreuses personnes, que chacune trouve dans les premières phrases de ce rapport l'expression de nos profondes et sincères reconnaissances.

Nous tenons tout d'abord à exprimer nos remerciements au Madame **A.REDDAD** professeur à la Faculté des Sciences et techniques, qui a bien accepté de nous faire bénéficier de son savoir, son expérience et de ses compétences, nous remercions également le responsable de la licence GARM Mr. **Mustapha ELGHORFI** ainsi que tous les professeurs qui nous ont dispensés des cours de qualité durant cette année.

Nous voulons remercier particulièrement Mr. **Moulay Larbi BOUCHAOURI**, notre encadrant de stage qui nous a accordé sa confiance dans ce projet, pour ses conseils pertinents durant la réalisation de notre mission.

Nos remerciements sont adressés aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin et dont leurs noms ne figurent pas sur cette liste.

SOMMAIRE :

- Liste des figures.....5
- Liste des photos.....6



INTRODUCTION.....

7

- I. Grands domaines structuraux au Maroc :.....10
 1. Domaine Rifain.....11
 2. Domaine Mésétien.....12
 3. Domaine Atlasique.....12
 4. Domaine Anti-Atlasique et Saharien :
 - Domaine saharien.....13
 - Domaine Anti-Atlasique.....13
- II. Présentation du domaine Anti-Atlasique :
 1. Zonation structurale.....14
 2. Les principaux affleurements dans l'Anti-Atlas sud-occidental.....15
 - La boutonnière du Kerdous.....16
 - La boutonnière d'Ait-Abdellah.....18
 3. Aspect Minier :.....19
 - Mine TAZALAKHT :.....20
 - Point-clés.....20
 - Localisation20
 - Substance exploitable.....21
 - Teneurs et tonnages.....21
 - Minéralogie.....22
 - Interprétation génétique.....22
 - Mine AGOUJGAL :.....24

• Point-clés.....	25
• Localisation	25
• Substance exploitable	25
• Teneurs et tonnages.....	25
• Minéralogie.....	26
• Interprétation génétique.....	26

III. Travaux effectué au terrain :

1. Objectif de l'étude.....	26
2. Présentation de la zone étudiée.....	27
3. Situation géographique.....	27
4. Cadre géologique et minéralisation.....	28
5. Les formations de Tizirt.....	29
6. Log stratigraphique.....	32
7. Interprétation des différents trajets suivis sur les permis.....	33
○ Tizirt.....	34
○ La route d'Ait-Abdellah.....	36
○ Sud-Est de la boutonnière de Kerdous.....	37
○ L'ancienne mine d'IDIKEL.....	39
○ Le Nord d'Ait-Abdellah (anomalie géophysique).....	40

IV. La géochimie :

1. Définition.....	44
2. Les types de prospection géochimique.....	45
3. Les types convenables dans la zone d'étude.....	45
4. campagne hyperspectrale aéroportée dans l'Anti-Atlas(ONHYM).....	45

V. Conclusion.....

Références.....	48
-----------------	----

Liste des figures :

- ❖ *Figure 1 : La carte géologique de Tafraout 1/100 000 (localisation du permis).*
- ❖ *Figure 2 : Les domaines structuraux au Maroc.*
- ❖ *Figure 3 : Carte représentative de la zonation structurale de l'Anti-Atlas.*
- ❖ *Figure 4 : Les différentes boutonnières de l'Anti-Atlas Occidental.*
- ❖ *Figure 5 : Carte géologique simplifiée du massif de Kerdous.*
- ❖ *Figure 6 : Carte représentative de la boutonnière d'Aït-Abdallah.*
- ❖ *Figure 7 : Les principales mines de l'Anti-Atlas.*
- ❖ *Figure 8 : Vue spatiale de la mine de Tazalakht.*
- ❖ *Figure 9 : Montre la localisation de la mine d'Agojgal.*
- ❖ *Figure 10 : Les différentes formations autour de la mine d'Agojgal.*
- ❖ *Figure 11 : La zone des permis de TG MINE (Carte géologique de Tafraout).*
- ❖ *Figure 12 : Carte de situation des principaux gîtes de cuivre de l'Anti-Atlas occidental-central avec la situation de la zone d'étude.*
- ❖ *Figure 13 : Formations et colonne stratigraphique de l'Anti-Atlas.*
- ❖ *Figure 14 : Les différents trajets suivis sur terrain.*
- ❖ *Figure 15 : Situation géographique de la zone couverte par la campagne hyperspectrale aéroportée.*

Liste de photos :

- ❖ *Photo 1 : la mine de Tazalakht.*
- ❖ *Photo2 : Dolomie de Tamjoute.*
- ❖ *Photo 3 : Grès dolomitique.*
- ❖ *Photo 4 : minéralisations stratiforme l'ocre jaune et rouge.*
- ❖ *Photo 5 : photo A+B : des échantillons de malachite, phot C : boxwork.*
- ❖ *Photo 6 : La minéralisation de cuivre disséminé.*
- ❖ *Photo 7 : photo A : faille inverse, photo B : pli, photo C : pli faillé, photo D : la direction des couches dans le pli faillé.*
- ❖ *Photo 8 : Dyke de dolérite.*
- ❖ *Photo 9 : Pli disharmonique (dans la route du dyke).*
- ❖ *Photo 10 : Ancienne mine d'IDIKE.*
- ❖ *Photo 11 : l'échantillon de droite correspond à une hématite et celui du gauche correspond à une dolomie.*
- ❖ *Photo 12 : Montre le miroir de faille normal, l'éloignement de c'est deux bloque, et le remplissage de cette ouverture par des formations dolomitiques.*
- ❖ *Photo 13 : A+B : Tourmaline. C : Des box Works dans le quartz du a l'altération de l'hématite. D : Des fentes de tension à remplissage quartzeux indique la direction de compression (avec des druses de quartz).*
- ❖ *Photo 14 : Contacte anormale entre les dolomies et le conglomérat d'Ait-Abdellah.*

Introduction Générale :

La zone d'étude TG MINE se situe dans l'anti Atlas occidental entre les boutonnières du KERDOUS, AIT-ABDELLAH et à Sud du synclinal de Fouanou à environ 200 Km au Sud d'Agadir (fig.1).

Plusieurs gites de cuivre ont été exploités et plusieurs indices cuprifères ont été reconnus dans l'Anti-Atlas occidental. La minéralisation cuprifère est essentiellement localisée dans la série de base. Les études géologiques ont montré qu'elle a une liaison spatiale intime avec les paléo reliefs. L'Anti-Atlas occidental reste cependant peu exploré en particulier sous la découverte de nouveaux gites cuprifères économiques.

Ces gites sont connus depuis longtemps et ont fait l'objet de plusieurs exploitations sur le même axe kilométrique de dyke doléritique (basique) de direction NE-SW. Cette orientation contient les plus grandes mines de cuivre dans l'anti atlas occidental (Ouanssimi, Agojgal, Tazalakht et Ighrem etc.....).

La province cuprifère de l'Anti-Atlas occidental est l'une des plus importantes provinces du Maroc. De nombreux indices de cuivre sont localisés au passage Précambrien/Cambrien, soit dans les niveaux volcano-détritiques PIII, soit à la base de la couverture paléozoïque (Série de base ou Dolomie de Tamjoute) (Asladay, 1989, 1998). Le cuivre se présente sous une grande variété de types de gisements (amas, disséminations, strates minéralisées, minéralisations dans des détritiques terrigènes, dans les laves, filons, veinules) (Skacel, 1985 ; Asladay, 1989, 1998). L'origine, l'âge et le mode de mise en place de ces minéralisations ont fait l'objet d'interprétations diverses, partagées entre une origine « syngénitiques » contemporaine de la sédimentation et une origine « épigénétique téléthermale » ou

encore une évolution intermédiaire par remobilisation ultérieure de minéralisations syngénitiques (Asladay, 1989, 1998).

Une campagne de géophysique aéroportée par la méthode de ZTEM a été réalisée dans l'Anti-Atlas occidental. Cette campagne concerne le bassin Adoudounien situé entre les boutonnières du Kerdous, Akka et Ighrem sur une superficie de 4063 Km².

Cette campagne a permis de cartographier les dykes et confirme l'existence en profondeur de hauts fonds favorables à la présence de concentration de minéralisations cuprifères. Des conducteurs pouvant correspondre à d'éventuelles altérations ont été également localisés en profondeur et peuvent être considérés comme des cibles potentielles, en plus l'ensemble de ces résultats a permis de cerner les zones prometteuses pour mener les études géologiques et géophysiques de détail pouvant conduire à la découverte de nouveaux gites dans le secteur Fouanou Ait Abdellah.

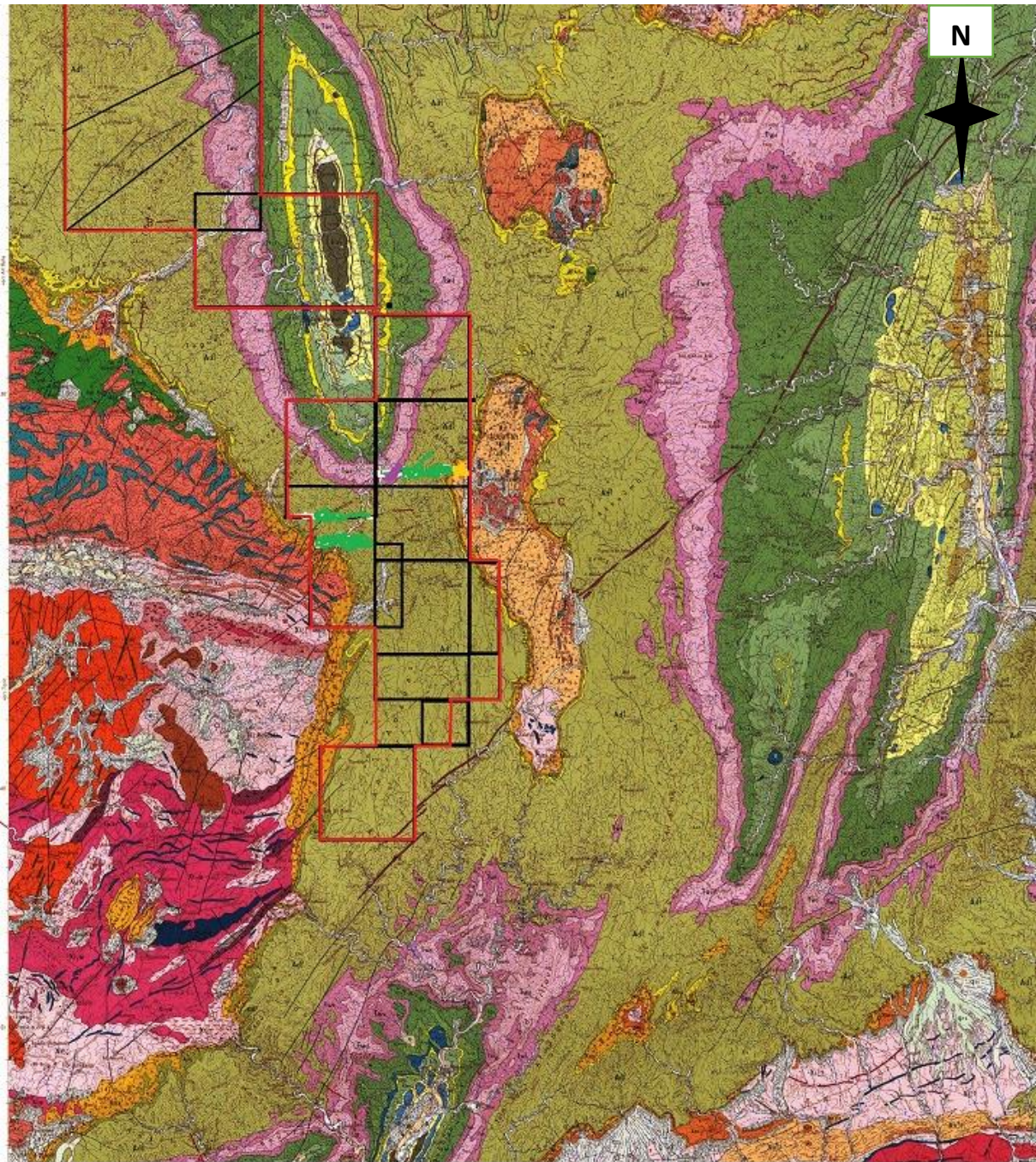


Figure 1 : La carte géologique de Taфраout au 1/100 000 (localisation des différentes permis).

I. Grands domaines structuraux au Maroc :

Le Maroc bordé par la Méditerranée et l'Atlantique a subi une évolution extrêmement variée au cours des temps géologiques, à travers plusieurs cycles orogéniques, dont un cycle Panafricain au Précambrien, Hercynien au Paléozoïque et Alpin au Cénozoïque, entre les grandes zones orogéniques méditerranéennes et la masse très ancienne (archaïque) du bouclier ouest africain. Ces cycles sont responsables de la subdivision du Maroc en quatre domaines ? du sud au nord (fig. 2), qui sont les domaines Anti-Atlasique et Saharien, Atlasique, Mésétien, Rifain. Ces quatre domaines sont séparés, d'une part, par l'accident sud-atlasique entre les domaines méridional et central et d'autre part, par le fond des nappes de charriage tertiaires (à la limite) venus du nord entre les deux domaines centraux et septentrionaux. Le domaine anti-atlasique et saharien a été surtout façonné par les orogénèses Précambriennes, et d'une manière subordonnée, par l'orogénèse Hercyniennes; par contre les domaines Mésétien et Atlasique ont été surtout affectés respectivement par les orogénèses hercynienne et alpine.

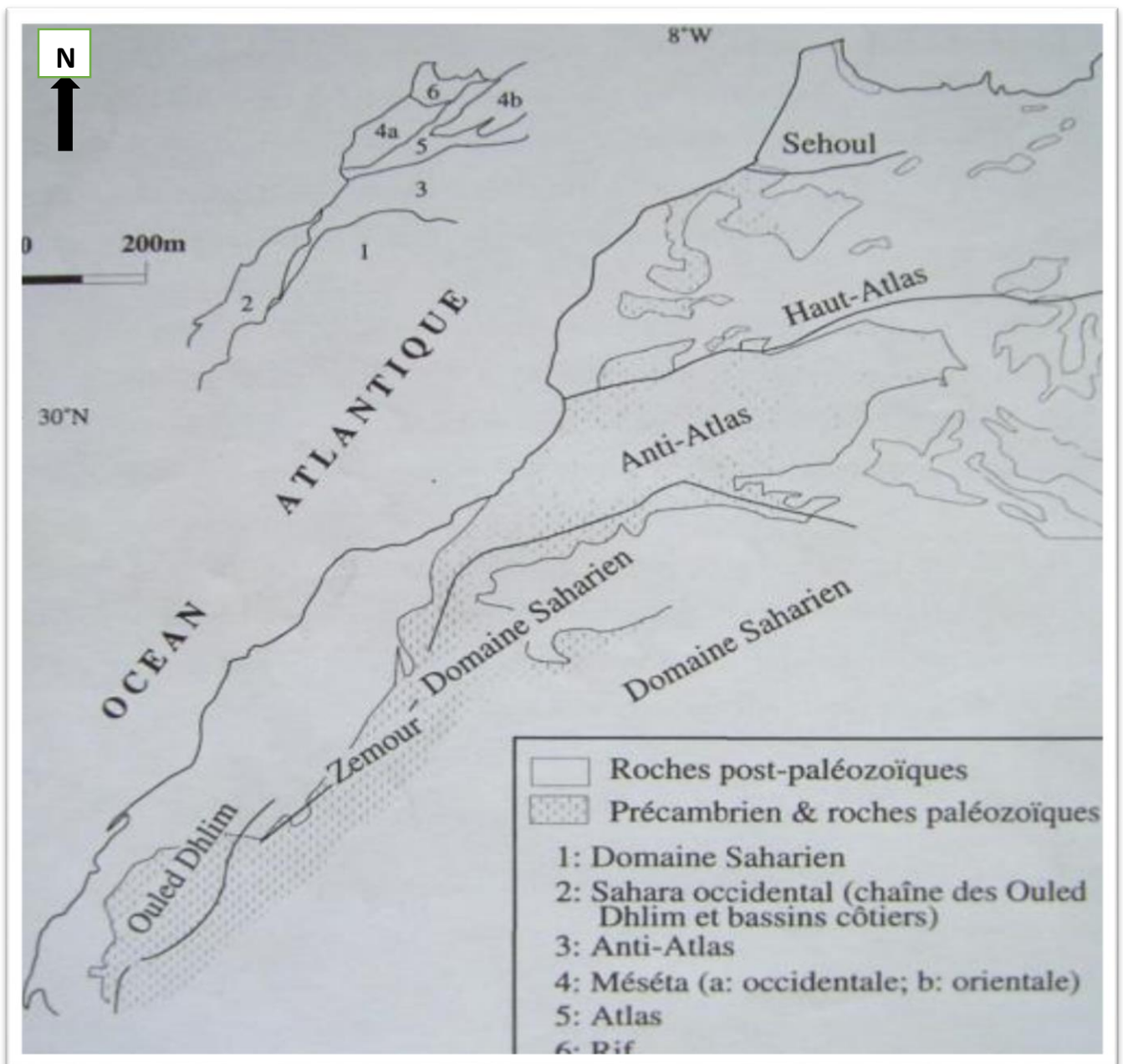


Figure 2 : Les domaines structuraux au Maroc (<http://geominesbtp.e-monsite.com>).

1. Domain RIFAIN :

Situé au nord du Maroc et d'âge Tertiaire, le domaine rifain est un domaine de la chaîne Alpine périméditerranéenne. Cet arc montagneux a une convexité orientée vers le centre du Maroc. Il est constitué par un noyau essentiellement cristallophyllien Paléozoïque autour duquel sont disposées concentriquement des formations

carbonatées et schisto-gréseuses du Mésozoïque et du Tertiaire. La chaîne du Rif est un empilement de nappes de charriage et de glissement d'âge Tertiaire, allochtones à vergence vers le sud. Il est constitué d'une zone interne où affleurent des terrains paléozoïques, une zone externe comprenant le Pré-rif et d'une zone de flysch entièrement allochtone. On y distingue plusieurs sous régions: la Haute Chaîne ; le Moyen Rif ; le Pré-rif ; le Gharb.

2. Domaine Mésétien :

Le Domaine Mésétien a été défini par Gentil, (1918) comme étant le domaine de la chaîne hercynienne du Maroc. Il est subdivisé en deux zones, Méséta occidentale et orientale. La jonction entre les deux s'effectue au niveau des « Nappes Orientales » (Michard, 1976). Le domaine Mésétien se caractérise par un socle Paléozoïque (les mesetas), couvert en discordance par des séries Mésozoïques.

3. Domaine Atlasique :

C'est une chaîne intracontinentale d'âge Alpin, située dans le continent Africain. Elle s'étend du Maroc à la Tunisie, il est subdivisée en deux parties:

-le Haut Atlas: C'est l'élément morphologique le plus important du Maroc. Il sépare les plateaux et les plaines atlantiques, au Nord et à l'Ouest du domaine Saharien au Sud et au Sud-Est.

-le moyen Atlas: Se sépare du Haut Atlas dans la région de Béni Mellal et s'étend en direction du Nord Est jusqu'à Taza. Il regroupe deux entités structurales différentes: le Moyen Atlas tabulaire au Nord-Ouest et le Moyen Atlas plissé au Sud-est.

4. Domaine Anti-Atlasique et Saharien :

○ Domaine saharien :

Il est caractérisé par l'abondance des terrains précambriens (Protérozoïque Inférieur), qui affleurent dans des Boutonniers, et qui sont intensément déformés et métamorphisés durant l'orogénèse Eburnéenne (2000 Ma). Il constitue une partie du craton ouest africain (Fabre, 1971). Ces séries Protérozoïques sont couvertes au nord par les roches Paléozoïques non déformées du bassin de Tindouf.

○ Domaine Anti-Atlasique :

Ce domaine est situé géographiquement au sud de la chaîne du Haut Atlas. D'un point de vue géologique il fait aussi partie du craton ouest africain, ses marges sont constituées d'un socle Précambrien structuré par l'orogénèse Panafricaine (680 et 570 Ma) (Leblanc et Lancelot, 1980). Sa couverture Protérozoïque terminale et Paléozoïque est affectée par une déformation hercynienne relativement modérée (fig.3).

II. Présentation du domaine anti-atlasique :

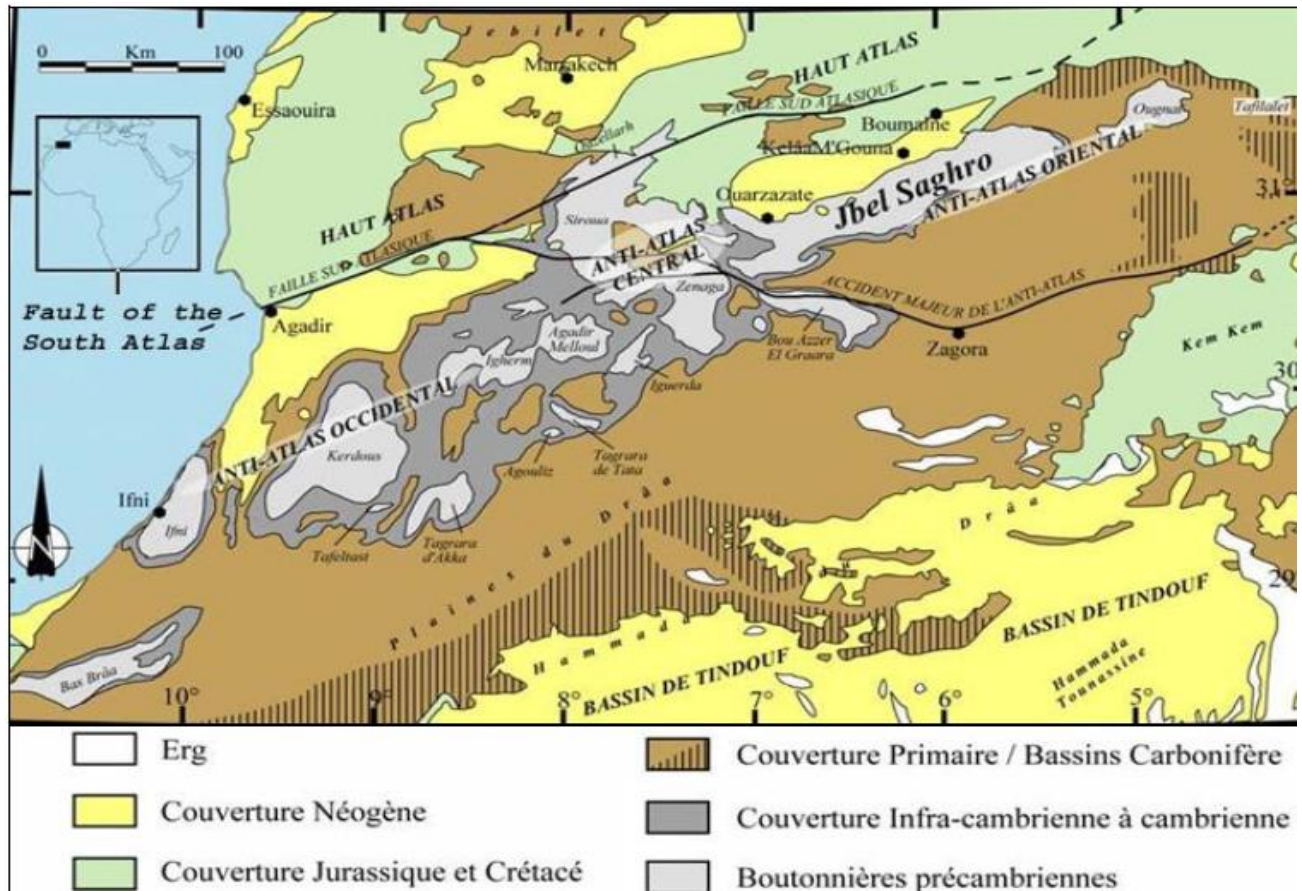


Figure 3 : Carte représentative de la zonation structurale de l'Anti-Atlas (Choubert 1980), modifié, Ait Touchent 2011.

1. Zonation structurale :

✓ Anti-Atlas sud-occidental:

Domaine ancien plus au moins stable, structuré et cratonisé au cours de l'orogénèse éburnéenne, il fait partie du Craton West africain.

✓ un domaine nord oriental :

Dit domaine Panafricain ou domaine mobile, constitué de terrains Précambriens plus récents (Précambrien II inférieur) contenant des ophiolites. L'ensemble a été structuré pendant un autre cycle orogénique à deux phases, surnommé Panafricain.

2. Les principaux affleurements dans l'Anti-Atlas sud-occidental :

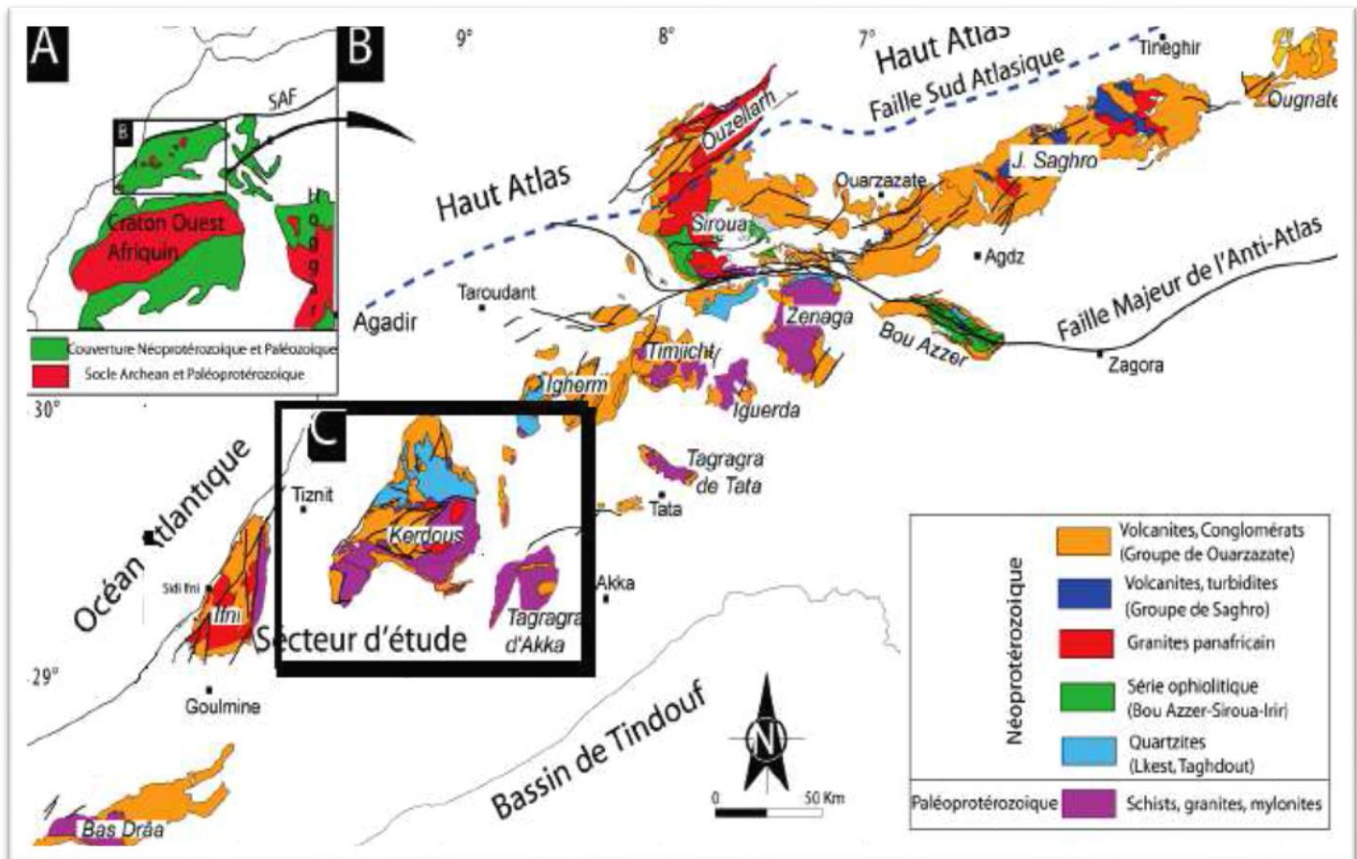


Figure 4 : A- Position de la chaîne de l'Anti-Atlas dans la bordure Nord du craton ouest africain. B- Carte géologique simplifiée de l'Anti-Atlas montrant la position du Secteur d'étude (Gasquet et al.2008). C- Secteur d'étude.

○ La boutonnières de Kerdous :

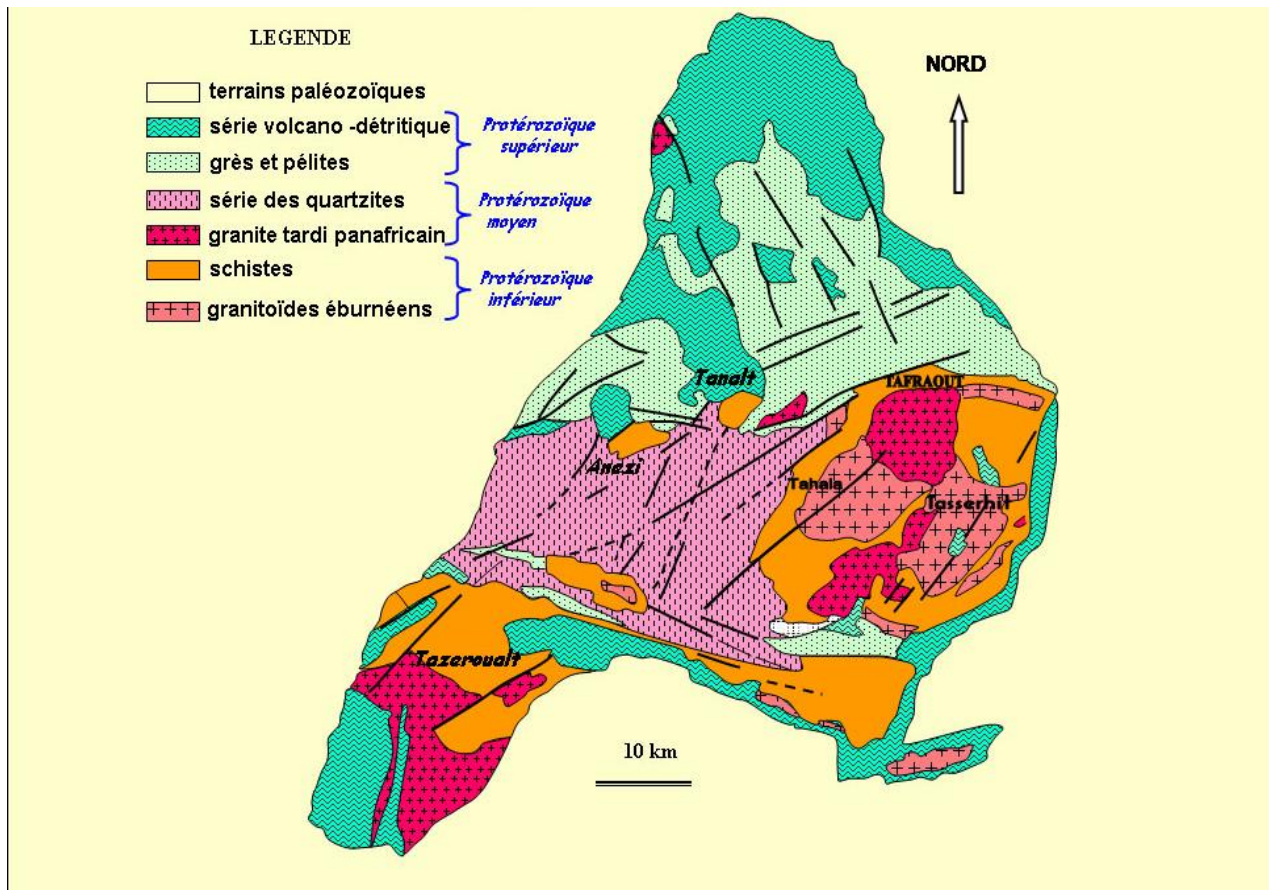


Figure 5 : Carte géologique simplifié du massif de Kerdous (d'après B.Hassanforder).

La boutonnière du Kerdous se situe à environ 100 Km au Sud-Est d'Agadir. C'est la plus vaste de toutes les boutonnières de l'Anti-Atlas occidentale, avec une superficie d'environ 6000 Km². Elle s'étend depuis la plaine du Souss jusqu'au pied du Bani et constitue la limite Ouest du plateau de Lakhssas. Comme toutes les autres boutonnières de l'Anti-Atlas sud occidentale, la boutonnière du Kerdous est structurée au cours des orogénèses Eburnéenne et Panafricaine (fig.5).

Hassenforder, (1987) a subdivisé la boutonnière du Kerdous, en fonction de l'âge et de la nature des formations géologiques, en quatre groupes :

Le groupe de Jbal Lkst : il correspond à la puissante série de quartzite du Précambrien II qui constitue la zone montagneuse située au Nord du village de Taфраout et qui comprend le point le plus culminant de cette boutonnière à 2534 m.

Le groupe d'Anzi : il correspond à la série volcano-sédimentaire d'Anzi du Précambrien II supérieur qui occupe un vaste bassin intracontinental dans la partie occidentale de la boutonnière.

Le groupe de Tanalt : il correspond à la série volcano-sédimentaire ou précambrien III qui est constituée à la base par un ensemble volcanique à dominance rhyolitiques et ignimbritique et à intercalations de tufs et d'andésite. Le reste de la série est constituée par des formations détritiques à lamines gréseuses et conglomératiques.

La couverture du Cambrien inférieur : elle correspond à une sédimentation transgressive de nature carbonatée.

Nachit, (1994) après analyse de l'ensemble des données macroscopiques et microscopiques, a montré que le pluton de Taфраout est constitué de trois faciès granitiques principaux, qui sont de l'extérieur vers l'intérieur:

- **Syéno granite**, qui correspond à un faciès à grain fin rosâtre très pauvre en biotite ;
- **Monzogranite**, qui correspond à un faciès grenu iso-granulaire à grain moyen rose à rougeâtre ;
- **Monzogranite porphyroïde**, qui correspond à un faciès grenu porphyroïde enrichi en biotite.

○ La boutonnières d'Aït-Abdellah :

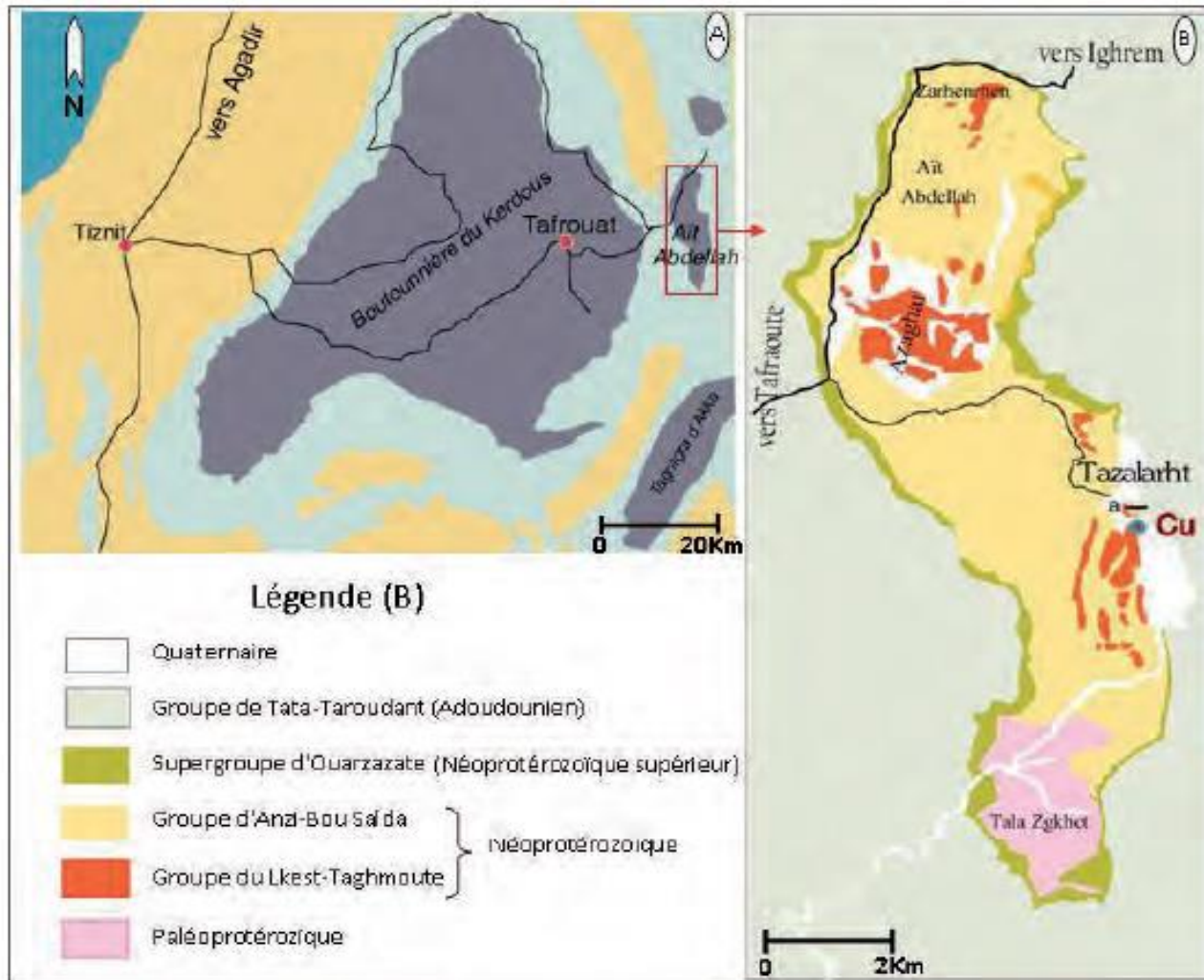


Figure 6 : Carte représentative de la boutonnière d'Aït-Abdallah d'après la Carte géologique du Maroc au 1 /100 000, feuille de Tafraout(1983).

Dans l'Anti-Atlas occidental, la boutonnière d'Aït-Abdallah, située à l'Est de celle du Kerdous (fig.6), correspond à un bombement subméridien hercynien, qui porte le socle Protérozoïque au niveau de sa couverture détritico finiprécambrienne et carbonatée adoudounienne.

Le Précambrien II supérieur y est une série surtout conglomératique, mal stratifiée, discordante sur des paléoreliefs constitués surtout de quartzites Précambrien II inférieur (dont ceux du massif de l'Azarhar). À l'affleurement, le conglomérat Précambrien II supérieur est un poudingue mal trié, à éléments de quartzite dominants, cimentés par un grès quartzo-micacé. Il renferme dans ses termes inférieurs des brèches quartzitiques et de nombreuses barres de quartzites du Précambrien II inférieur, toutes à allongement nord-sud et à fort pendage vers l'ouest.

3. Aspect Minier :

Le Maroc est un pays qui possède une grande diversité de terrains géologiques de tout âge. A cette géologie diversifiée est associée une richesse métallifère (Pb, Zn, Cu, Ag, Au Mo Ni P etc.). Les terrains les plus anciens à savoir le Maroc présaharien renferme l'essentiel des métaux précieux qui ont attiré l'attention de l'homme à travers les âges. En effet, les mines d'Imiter, Zgounder et Tazalakht ont fait l'objet d'exploitation depuis les temps anciens (punique, romain et moyen âge). Dans le Moyen Atlas, la mine d'Oulknas (Aouam) montre aussi des traces de grattage témoignant de son exploitation ancienne.

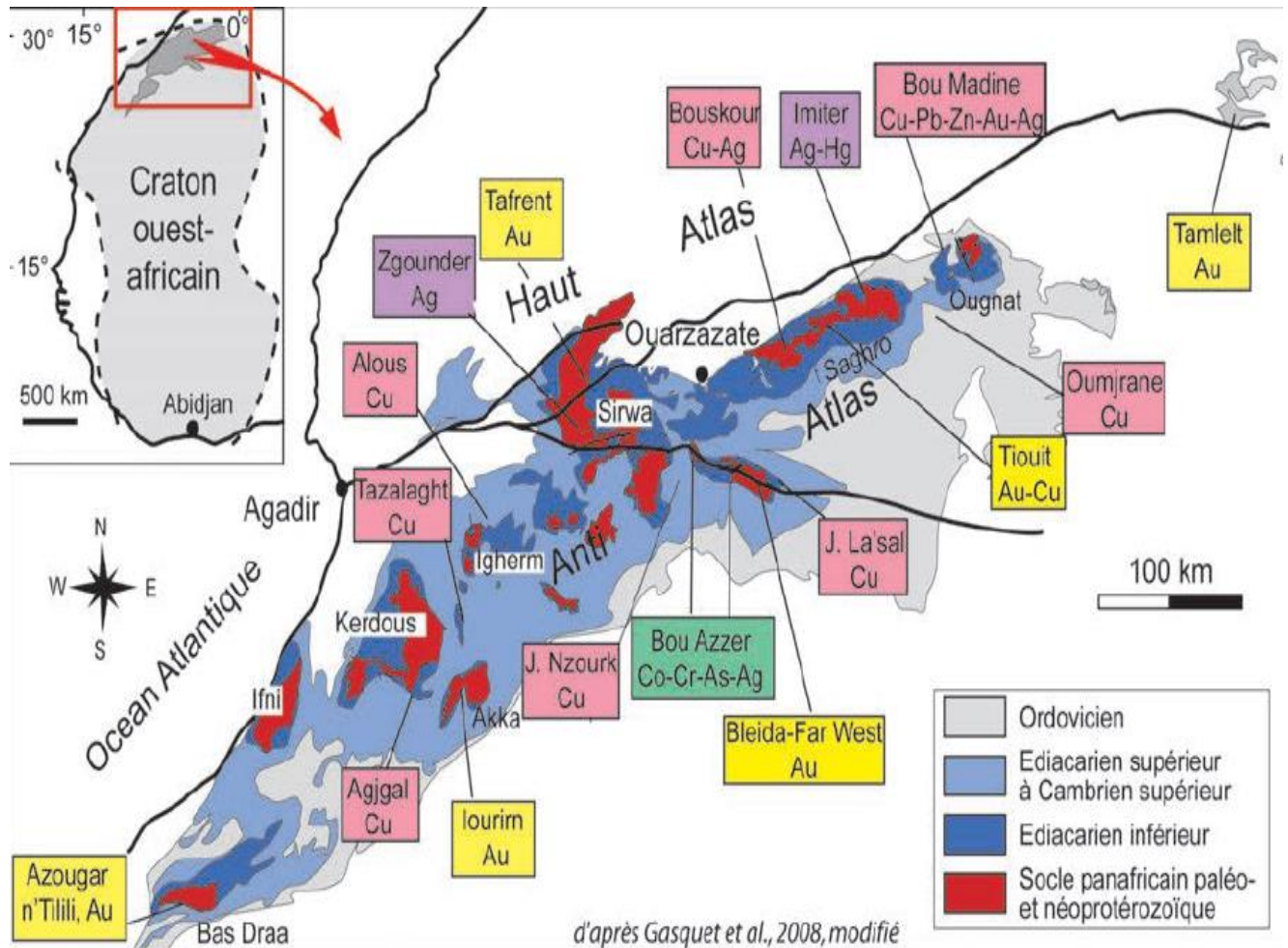


Figure 7 : Les principales mines de l'Anti-Atlas, d'après Gasquet et al, (2008).

○ **Mine de TAZALAKHT (Photo 1) :**

Point-clés : Minéralisation cuprifère stratiforme dans la Série de Base de la couverture Adoudounienne (Groupe de Tata-Taroudant), et filonienne dans les quartzites précambriens sous-jacents.

Origine possible en partie syngénétique reprise de manière épigénétique par une altération hydrothermale, ou entièrement épigénétique.

Localisation : Le gisement cuprifère de Tazalakht est situé dans l'Anti-Atlas occidental, sur la bordure orientale de la boutonnière d'Ait Abdallah, 40 km à l'est de la ville de Tafraout (GPS 29°44' 37"N, 8°43'22"O, alt. 1826 m).



Figure 8 : Vue spatiale de la mine de Tazalakht (D'après Google Earth).

Substance exploitable : Cuivre (argent) (fig.7).

Teneurs et tonnages : les travaux d'exploitation en carrière du gisement pour un tonnage prévisionnel de 3 000 000 t à 1,5% Cu.



Photo 1 : la mine de Tazalakht.

Minéralogie : Il s'agit essentiellement de sulfures cuprifères: bornite, chalcopryrite, chalcocite, digénite, tennantite et covellite, accompagnés de carbonates : azurite et malachite. On trouve en outre d'autres sulfures et oxydes en moindre quantité : siégénite, carollite, sphalérite et goethite.

Interprétation génétique : Dans l'interprétation classique des minéralisations cuprifères de l'Infracambrien dans l'Anti-Atlas occidental (Pouit, 1966 ; Asladay, 1998), la minéralisation stratiforme (Asladay, 1989, 1998) contenue en fines lamines et en dissémination dans la Série de base serait précoce et Syngénétique. Elle aurait été ensuite reprise par une altération hydrothermale qui aurait affecté le socle quartzitique et la couverture Adoudounienne en y développant une minéralisation filonienne discordante. Une telle action

hydrothermale pourrait être en relation, soit avec le volcanisme associé à l'extension fini-protérozoïque et eocambrienne, fréquente dans l'Anti-Atlas occidental et central, soit avec le magmatisme finitriasique, qui se manifeste dans le secteur même de Tazalakht par un grand dyke SW-NE de 50 à 100 m d'épaisseur (les sils basiques inclus dans le Néoprotérozoïque pourraient d'ailleurs être associés à ce dyke). L'ensemble de ces événements aurait fait ensuite l'objet d'une altération supergène à l'origine d'un enrichissement notable en Cu constaté dans les niveaux amont du gisement.

○ Mine D'AGOUJGAL :

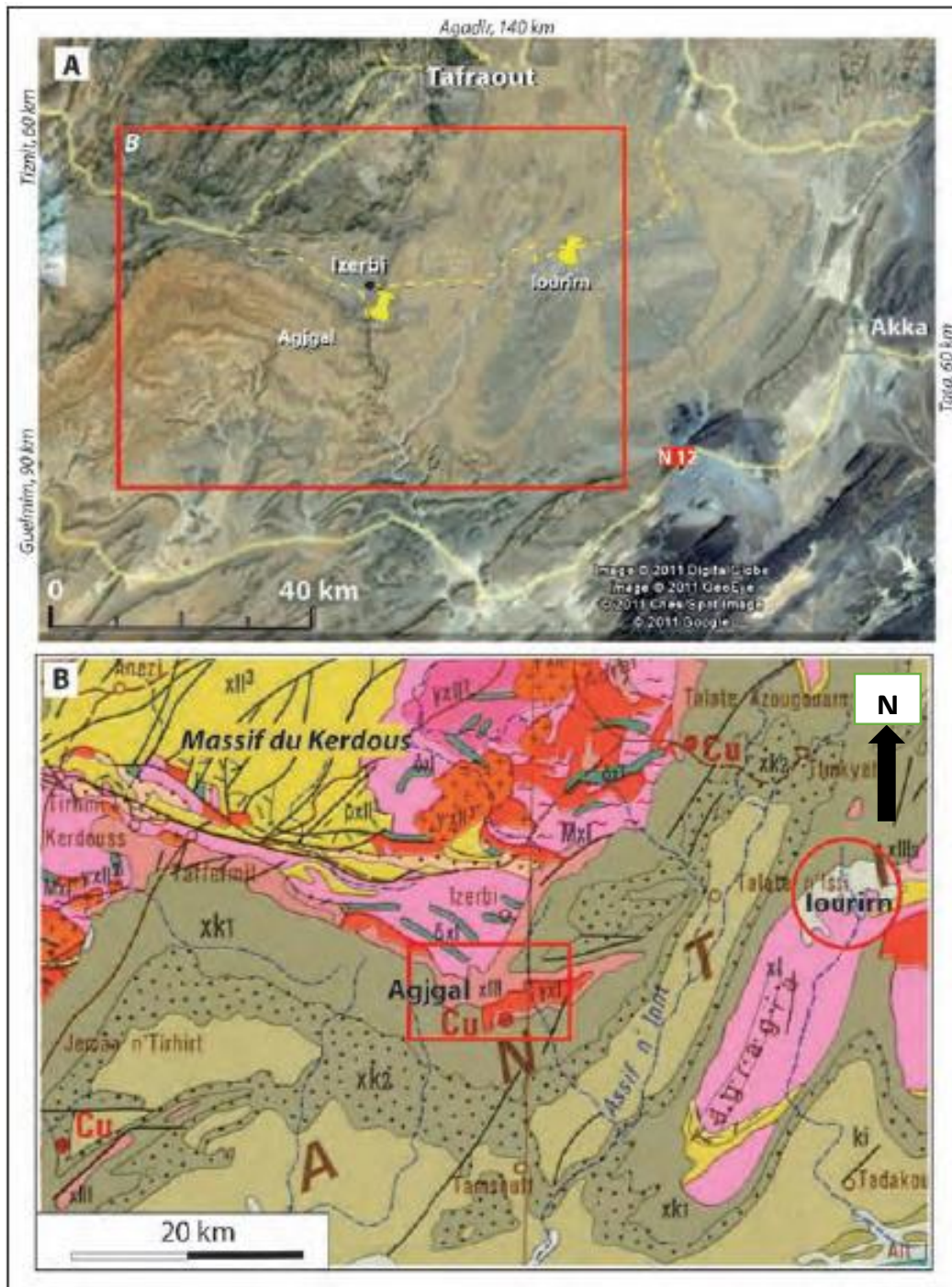


Figure 9 : Localisation de la mine d'Iourirn et Agajal. Sur une vue satellitaire (Google Earth). B Sur un extrait de la carte géologique du Maroc au 1/1 000 000 (1985).

Points clés : Mine stratiforme de cuivre et argent, de type *kupferschiefer* (CHAZAN W. (1954)) à la base des carbonates cambriens transgressifs sur les séries volcano-détritiques continentales du Néo protérozoïque supérieur du Kerdous.

Localisation : Le gisement d'Agojgal est situé à 46 km au sud de Taфраout et à 75 km à vol d'oiseau à l'ESE de Tiznit .GPS : N25°23'29'', W 9°01'16'', alt. 1300 m. On y accède par la route Tiznit-Taфраout qu'on quitte vers le sud a 2 km (fig.9) du village d'Izerbi (GPS du carrefour : N 29°28'01" ; W 9°01'37").

Substances exploitables : Cu, Ag.

Teneurs et tonnages: La production actuelle est de 600 000 tonnes de tout venant par an à 1%de Cu. Les réserves estimées par Asladay *et al.* (1998) à 862 000 t à 1,7% Cu et 65 g/t Ag, sont aujourd'hui estimées à 5 000 000 t à 1% Cu et 20 g Ag selon une teneur de coupure à 0,6%.

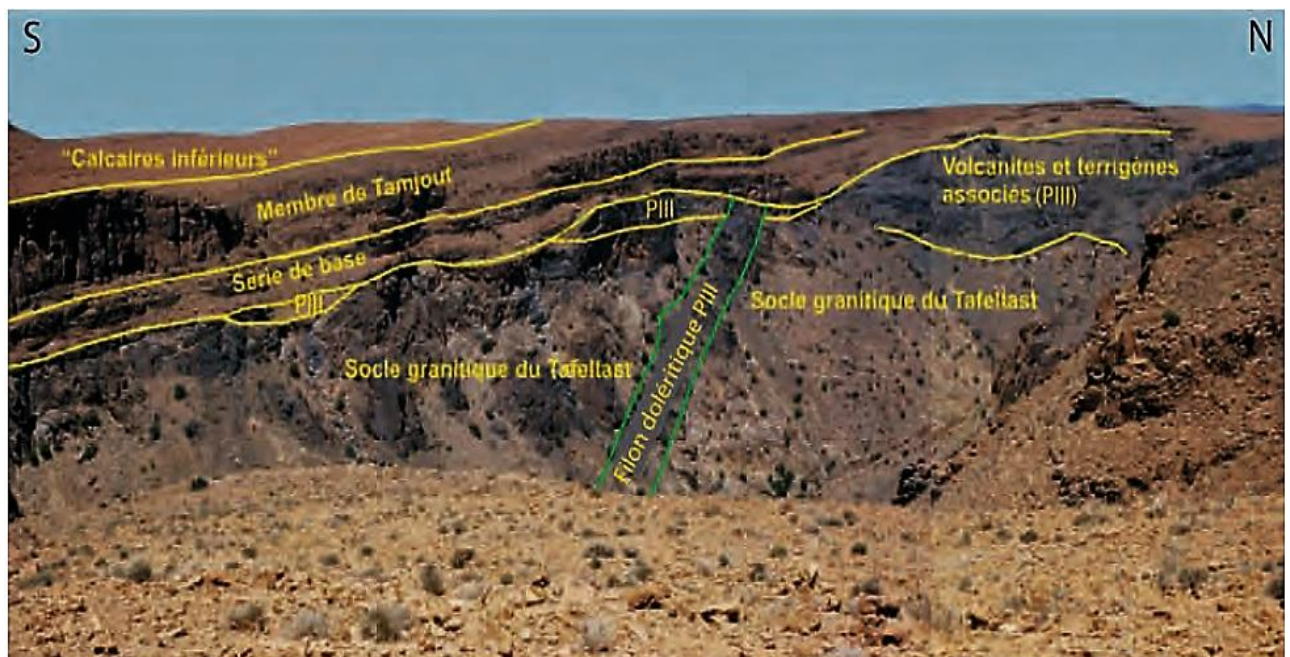


Figure 10 : Vue du versant Ouest des gorges de l'oued Agojgal montrant la couverture infracambrienne transgressive sur le granite éburnéen de Tafeltast et sur les niveaux basaltiques du Groupe d'Ouarzazate avec leur filon d'alimentation (d'après Chevremont et al. 2005).

Minéralogie : L'étude minéralogique permet de distinguer une paragenèse formée de chalcopryrite, bornite, chalcocite , galène, siegenite, sphalérite et les oxydes de fer, la malachite et l'azurite qui existent en imprégnation.

Interprétation génétique : La minéralisation d'Agojgal fait partie des gisements << stratiformes >> a Cu, Ag, Pb, Zn et Au de l'Anti-Atlas occidental-central, localisés au passage Précambrien/Cambrien (fig.10) autour des différentes boutonnières (Chazan, 1954 ; Pouit, 1966 ; Emberger & Pouit, 1966, Boyer & Boyer, 1982, Skacel, 1995). Cette province recèle plus de 45 gites et gisements métallifères dont la plupart sont à cuivre et argent associés et trois gites a plomb et Zinc et un gite a Au et Ag. Sur un plan quantitatif et dans l'état actuel des connaissances, la province recèle plus de 500 000 tonnes métal de cuivre et 1000 tonnes d'argent.

III. Travaux effectué au terrain :

1. OBJECTIF DE L'ETUDE :

L'objectif c'est de mettre à la disposition de la société TGMINES, un outil d'analyse et de reconnaissance des minéralisations de cuivre dans la région des permis ; pour lui permettre la maîtrise et l'analyse de l'ensembles des données relatives aux travaux de reconnaissances géophysiques déjà réalisés, et établir des études géochimiques et pétrologiques sur les zones des permis. Afin de réussir et orienter les implantations des sondages destructifs et carottés des prochaines campagnes de prospection.

2. Présentation de la zone étudiée :

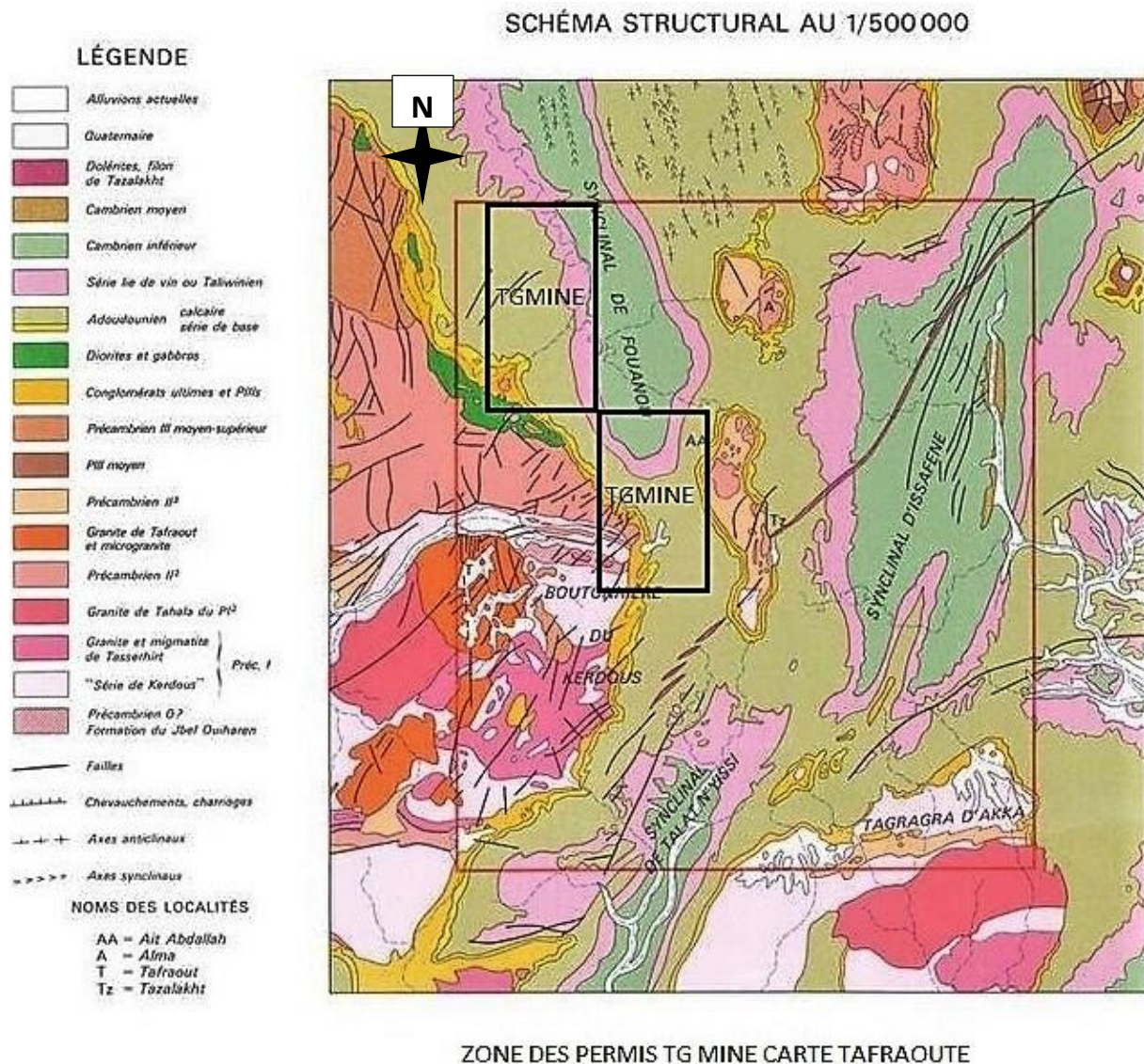


Figure 11 : La zone des permis de TG MINE (Carte géologique de Tafraout).

3. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Les permis ont été attribués en décembre 2014, à la société TG mines, Ils sont situés sur la carte topographique Tafraout 1/100 000 (fig.11),

la zone d'étude fait partie de l'Anti-Atlas occidental, plus précisément de la boutonnière du kerdous, l'altitude moyenne est de 1800 mètres et la plaine schisteuse est entaillée par des oueds de direction générale nord-sud empruntant des zones de failles. La zone montre un important potentiel cuprifère surtout dans la région de Tazalaght.

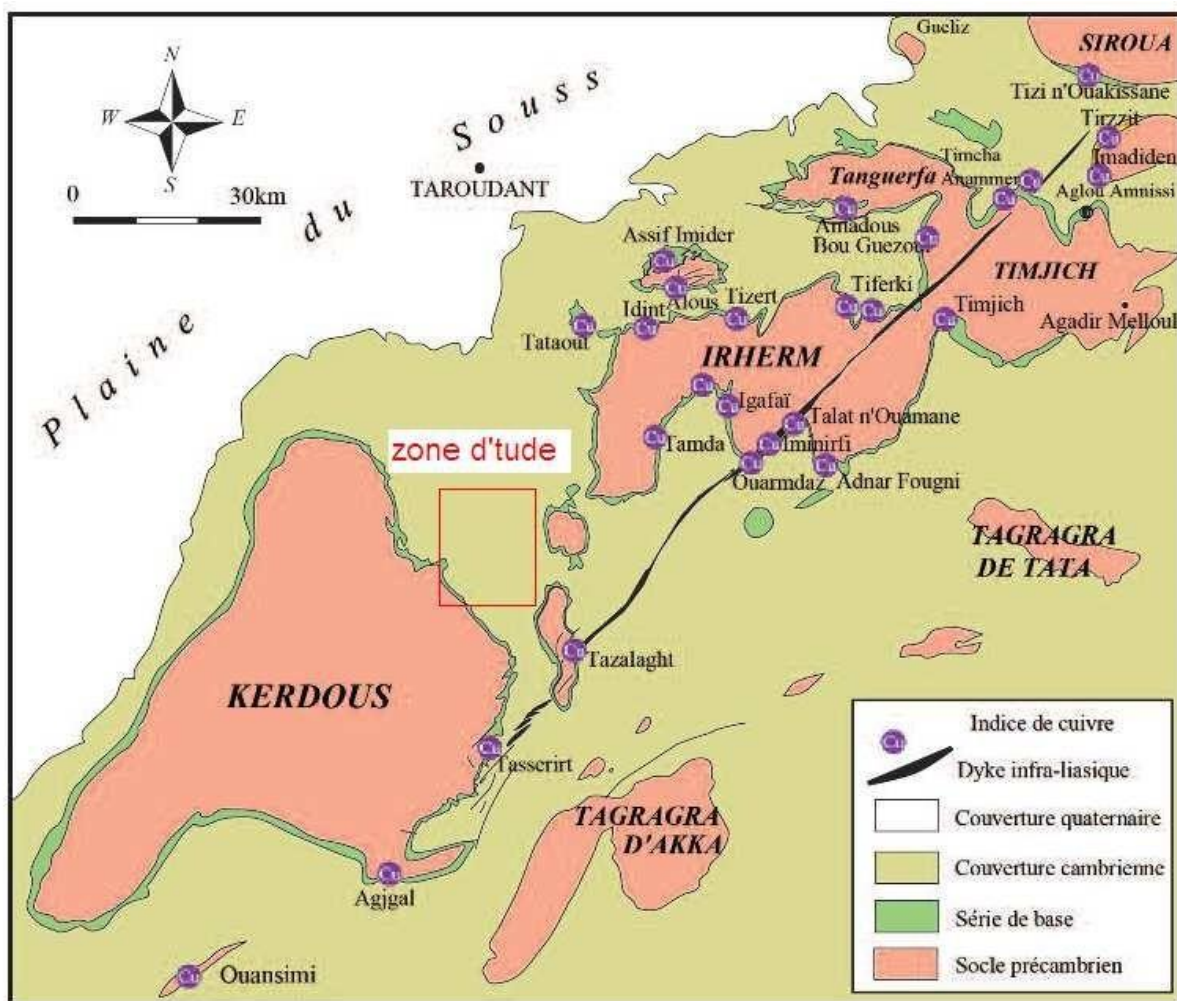


Figure 12 : Carte de situation des principaux gîtes de cuivre de l'Anti-Atlas occidental-central avec la situation de la zone d'étude (Chazan, 1954 ; Pouit, 1966 ; Emberger & Pouit, 1966, Boyer & Boyer, 1982, Skacel, 1995).

4. CADRE GEOLOGIQUE ET MINERALISATION :

Les formations géologiques définies dans le secteur sont :

- Le Précambrien I est formé des schistes micaschistes, granites et gneiss ;
- Le Protérozoïque inférieur est formé par les complexes ophiolitiques de Khzama et de N'kob, des formations volcaniques, volcano-sédimentaires et des quartzites ;
- Le Précambrien II supérieur comprend des grauwackes, des turbidites, des conglomérats, des roches volcaniques, volcanoclastiques acides et un ensemble de roches ignées (granites, diorites et gabbros) ;
- Le Précambrien III est constitué de roches basaltiques et andésitiques à la base, dacitiques et rhyolitiques au milieu et volcanoclastiques et épicastiques acides au sommet ;
- La couverture comprend des formations sédimentaires de l'Infracambrien et du Cambrien.

5. Les formations :

- La série de base :

Essentiellement formée par des siltites avec des intercalations calco-gréseuses et des laves dans des époinçements précis. On observe des figures de courant au sommet de la formation.

- Dolomie de Tamjoute :

Une épaisse formation dolomitique de puissance qui va jusqu'à 17 mètres et c'est la plus importante formation pour les explorations puisqu'elle contient plusieurs indices de minéralisations cuprifères avec une intense silicification (photo 2).



Photo2 : Aspect à l’affleurement de la Dolomie de Tamjoute.

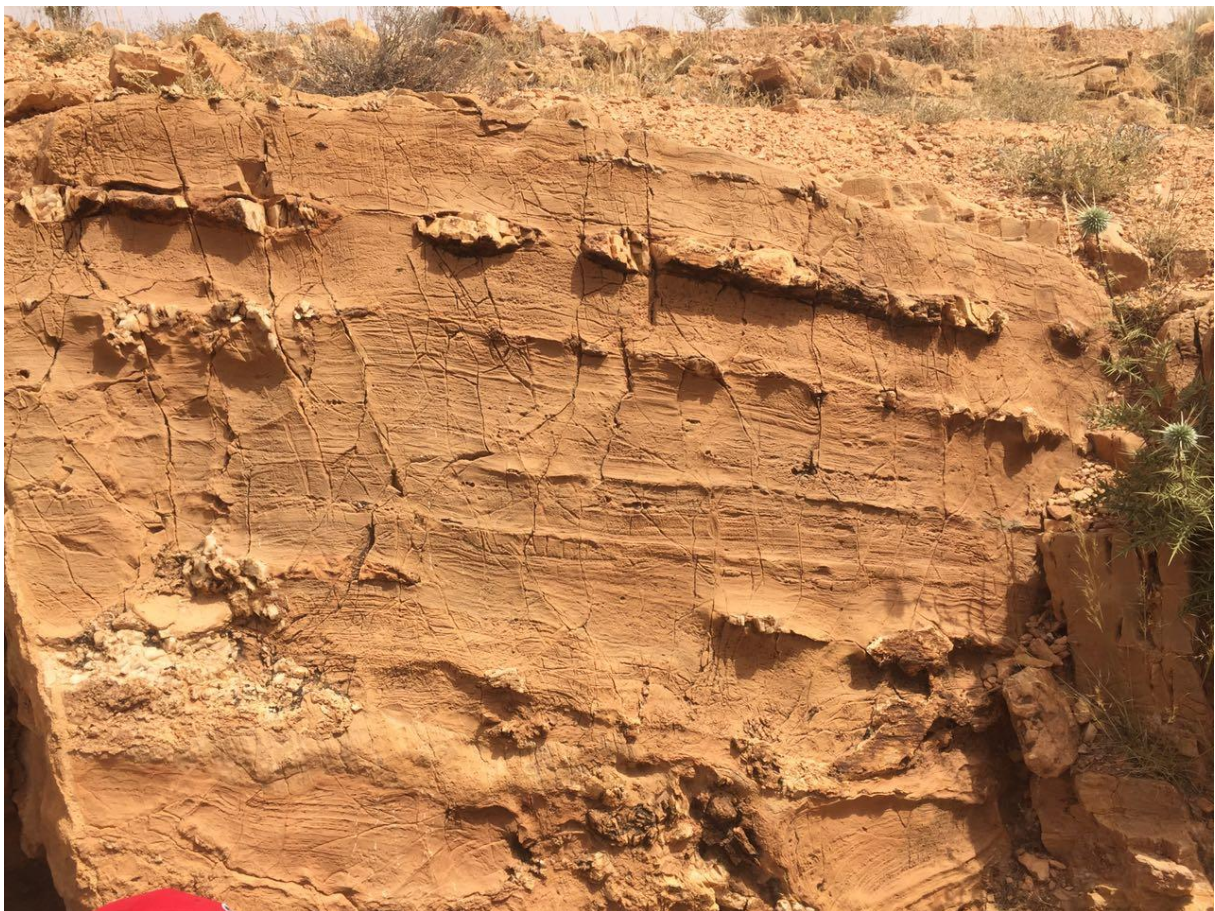


Photo 3 : Grès dolomitique

- Grès dolomitiques :

Les grès dolomitiques reposent en discordance sur la dolomie de Tamjoute. Elles montrent une couleur grise (sur cassure fraîche) plus au moins foncée et une puissance métrique avec une minéralogie représentée par des grains de quartz de taille millimétriques dans une matrice dolomitique (photo 3).

- Calcaire inférieur :

Cette unité constitue le terme supérieur du groupe Tata-Taroudant. Il s'agit d'une formation très puissante (50 m) et d'une épaisseur de 2 m à dominance carbonatée constitué d'une alternance de barres de calcaire et de passes marneuses de puissance décimétrique à métrique. Cette série est caractérisée par la présence d'intercalations dolomitiques de couleur noire et de puissance décimétrique.

6. Log stratigraphique :

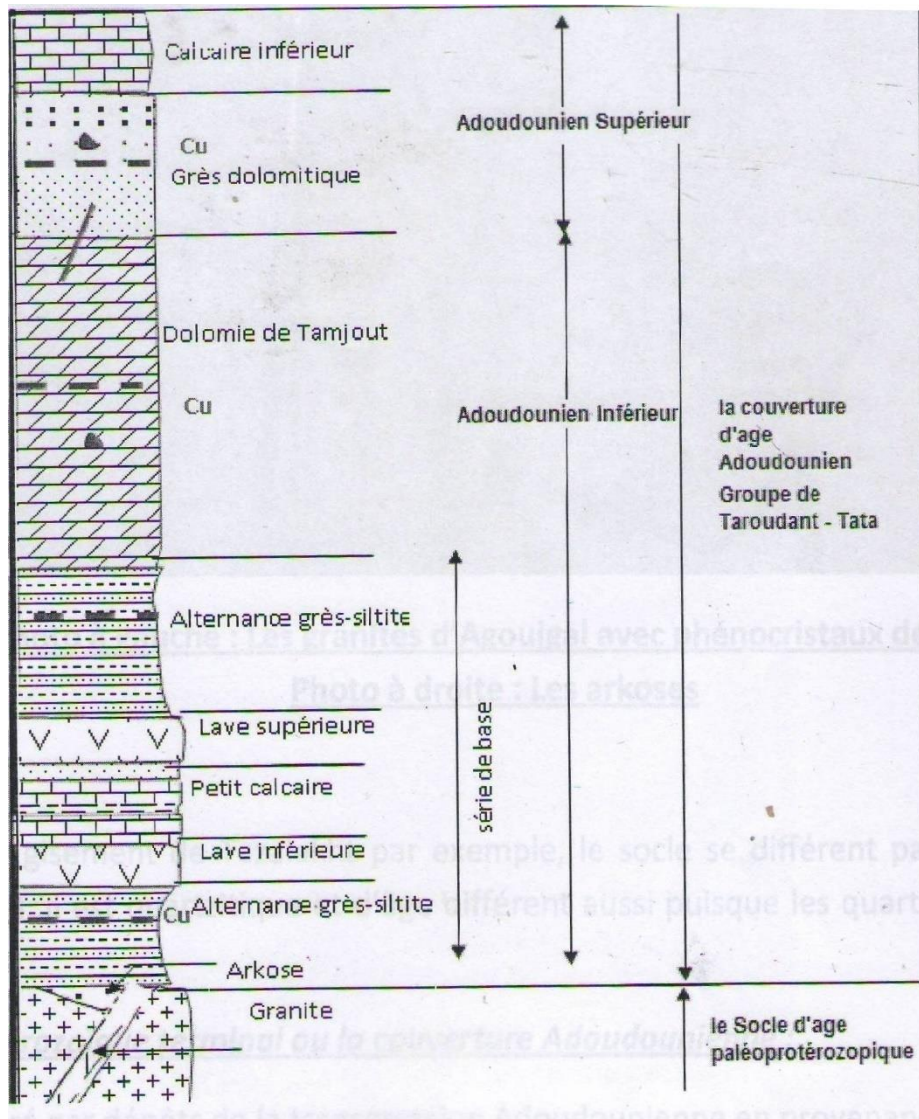


Fig. 13 : log stratigraphique de l'Anti-Atlas occidental (rapport Managem Agojgal).

Le socle paléo protérozoïque est représenté par le granite et la couverture Adoudounien (Infracambrien) est représentée par le groupe de Tata-Taroudant qui débute par des Arkoses. Ces Arkoses, sont surmontées par une série détritique nommée la série de base (siltites et grès) évoluant vers des termes de plus en plus carbonatés.

7. Interprétations des différents trajets suivis sur les permis :

Notre stage a été essentiellement effectué sur le terrain ; durant la période de 30 jours on a visité 4 permis (fig.14) :

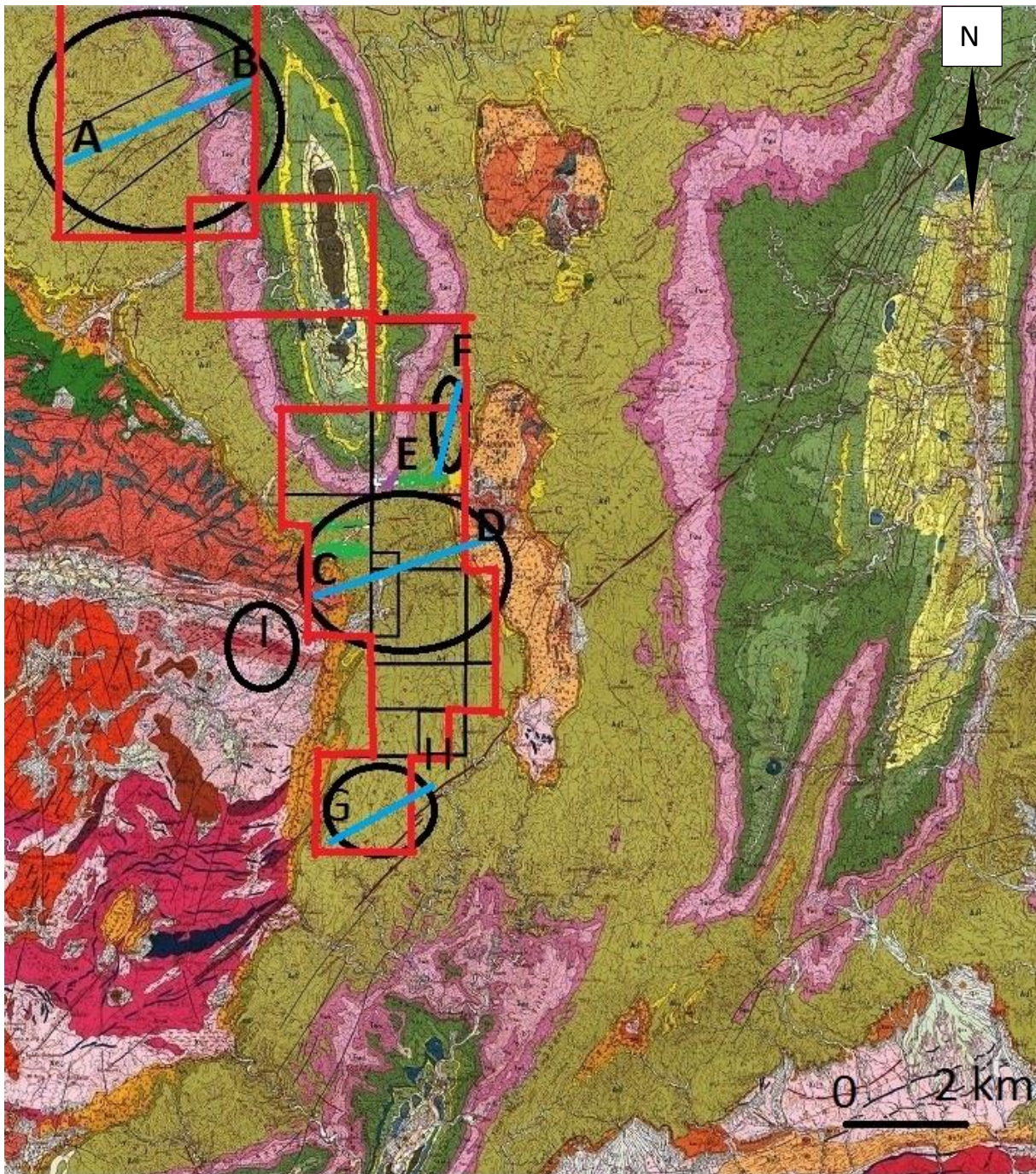


Fig. 14 : Les différents trajets suivis dans les quatre permis.

- Tizirt (coupe AB) : constitué par un socle Précambrien (granite du kerdous) surmonté par des quartzites puis on a le conglomérat du kerdous et la série de base qui contient la minéralisation de Cu tout et recouvert par la dolomie de Tamjoute. Avec des altérations jaune et rouge (photo 4) qui indique les oxydes de fer malgré sans valeur économique.



Photo 4 : minéralisations stratiforme l'ocre jaune et rouge.

Les formations sont généralement subhorizontales, l'altitude moyenne est de 2000 m.



Photo 5 : photo A+B : des échantillons de malachite, phot C : tuf avec des vacuoles.

La minéralisation de Cu (photo 6) dans cette zone est de type dissémination dans les fissures et elle est épigénétique, car il coupe les formations carbonaté, donc elle est postérieure à leur encaissant.



Photo 6: La minéralisation de cuivre disséminé dans des fissures.

- la route d'Ait Abdellah (coupe CD) : notre sortie sur ce terrain avait pour objectif la reconnaissance des différentes formations qui forment le synclinal entre Kerdous et Ait Abdellah qui commence par les conglomérats de kerdous puis la série de base puis les conglomérats d'Ait Abdellah, et la localisation des différentes failles et plis dans la série de base (photo 7).

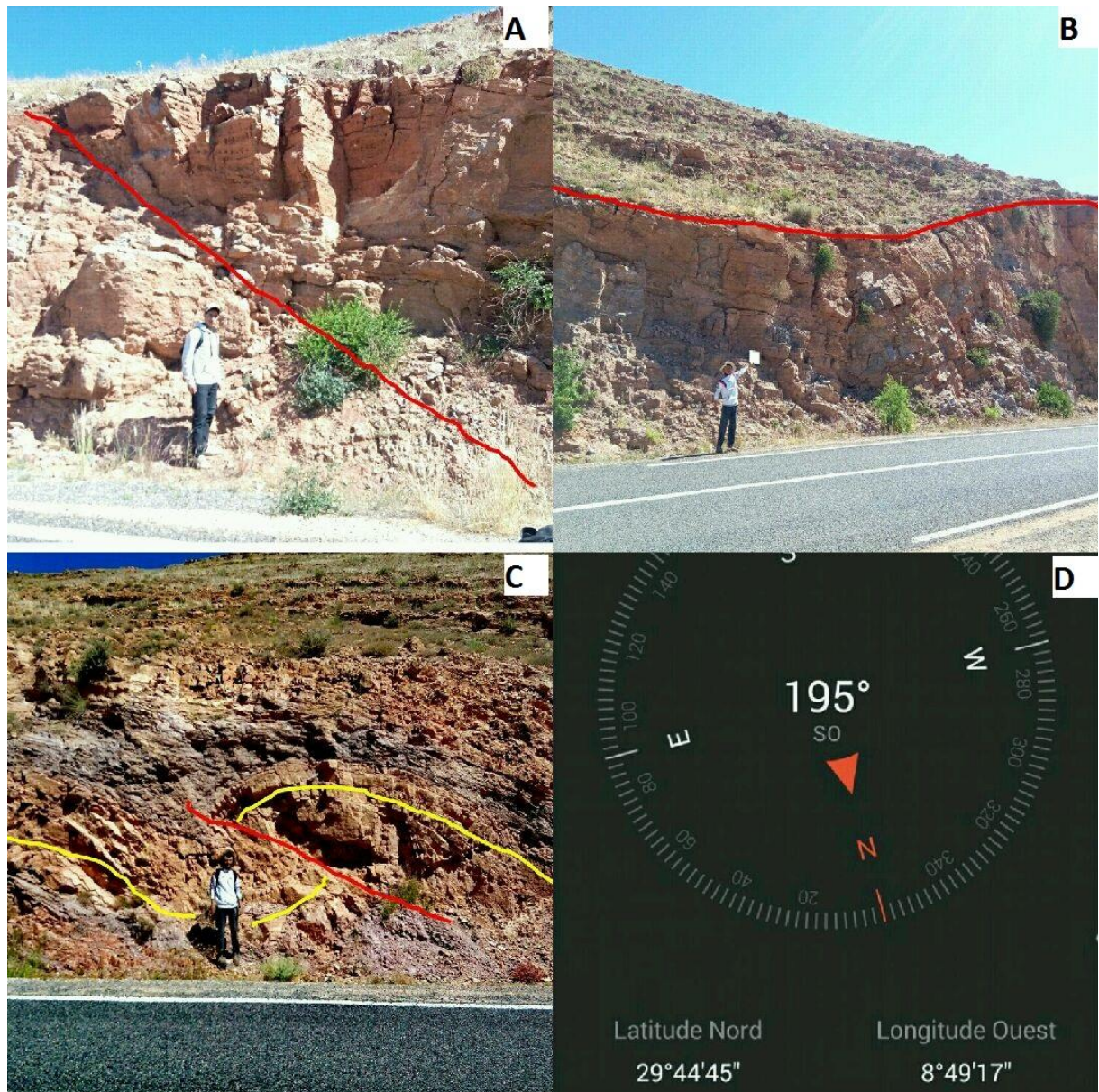


Photo 7 : A : faille inverse, B : pli, C : pli faillé, D : la direction générale des différentes failles.

- Sud-Est de la boutonnière de Kerdous (coupe GH) : dans ce permis il affleure le dyke de dolérite infraliasique de direction NE-SW, et une épaisseur de 50 à 100 m (photo 8).



Photo 8 : dyke de dolérite



Photo 9 : Pli disharmonique (dans la route du dyke).

- l'ancienne mine (point I) : notre encadrant de stage nous a informé que cette mine abandonnée (photo 10) fournissant de l'or, mais après la visite avec Mr. Jhon Marc et Mr. Patrick nous constatons que cette mine fournit la wolframite.

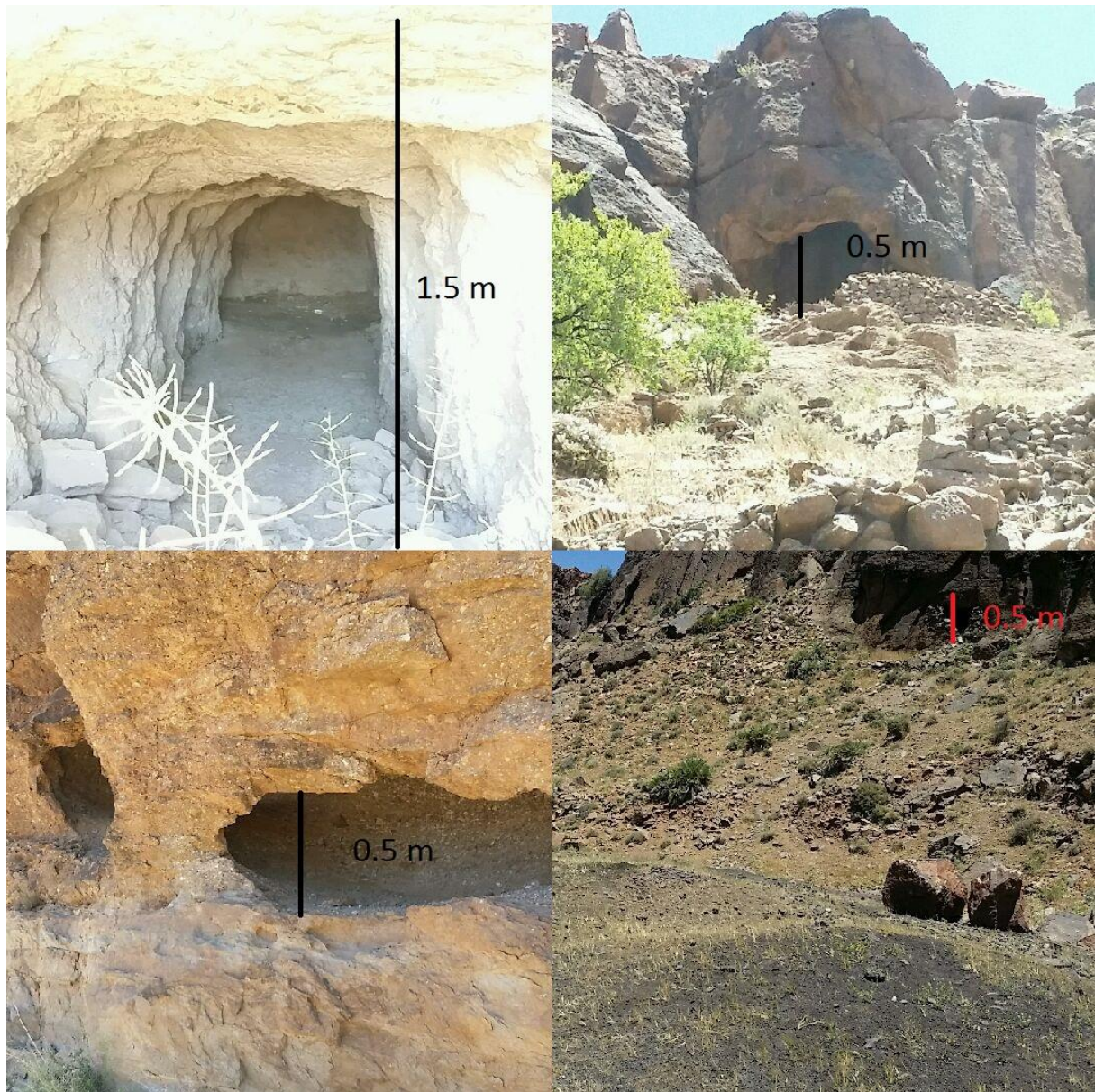


Photo 10 : photo d'ancienne mine d'IDIKEL.

- au nord de la boutonnière d'Ait Abdellah on a eu l'occasion de travailler sur cette zone avec Dr. Jhon Marc et Mr. Patrick de Saint Simon. On est subdivisée en 2 groupes pour recouvrir la plus grand zone possible du permis.



Photo 11 : l'échantillon de droite correspond à une hématite (indicateur de chapeau de fer) et celui de gauche correspond à une dolomie



Photo 12 : Miroir de faille normal, l'éloignement de c'est deux bloque, et le remplissage de cette ouverture par des formations dolomitiques (bordure Nord-Ouest de la boutonnière d'Ait-Abdellah).



Photo 13 : A+B : Tourmaline. C : Des box Works dans le quartz du à l'altération de l'hématite. D : Des fentes de tension à remplissage quartzeux recoupe les conglomérats et qui indique la direction de compression(NE-SW) avec des druses de quartz.



Photo 14 : Contact anormale entre les dolomies et les brèches d'Ait-Abdellah.

IV. La géochimie :

1. Définition :

La géochimie d'exploration, également appelée « prospection géochimique », est l'application des principes de la géochimie théorique à l'exploration minérale. Son but est de découvrir de nouveaux gisements métallifères (ex : Pb, Zn, Cu, Au) et non métallifères (ex : Diamant, Charbon, Soufre, Barytine, Pétrole). Dans certains cas, elle vise à trouver les extensions des gisements déjà connus ou encore en production. Les moyens sont l'échantillonnage d'un ou plusieurs éléments de façon systématiques.

Même si les éléments recherchés existent en faible quantité, ils peuvent quand même indiquer la présence d'une concentration anormale à un endroit donné.

2. Types de prospection géochimiques :

- Sols- Pédogéochimie.
- Roches- Lithogéochimie.
- Sédiments de ruisseau ou Stream sédiment.
- Eaux- Hydrogéochimie.
- Végétation- Biogéochimie.
- Air- Atmochimie.

3. Les types convenables dans la zone d'étude :

Dans notre région on a un mort terrain, avec peu d'eau, la géochimie de sol la bio géochimie et l'hydrogéochimie ne sont pas adaptée.

Par contre notre région et a relief moyen (1800 m) avec des anciens ruisseaux avec des affleurements de différentes formations .Ainsi, les deux types de prospection géochimique convenables sont la Lithogéochimie et Stream sédiment.

4. campagne hyperspectrale aéroportée dans l'Anti-Atlas :

Dans le cadre des programmes de recherche dans l'Anti-Atlas, l'ONHYM s'est attaché les services d'un groupement d'entreprises externes pour la réalisation d'une campagne hyperspectrale aéroportée dans l'Anti-Atlas. Le périmètre d'étude couvre les boutonnières de Kerdous, Bas Draa, Akka Nord et Tata pour une superficie de 10 100 Km² (fig.15).

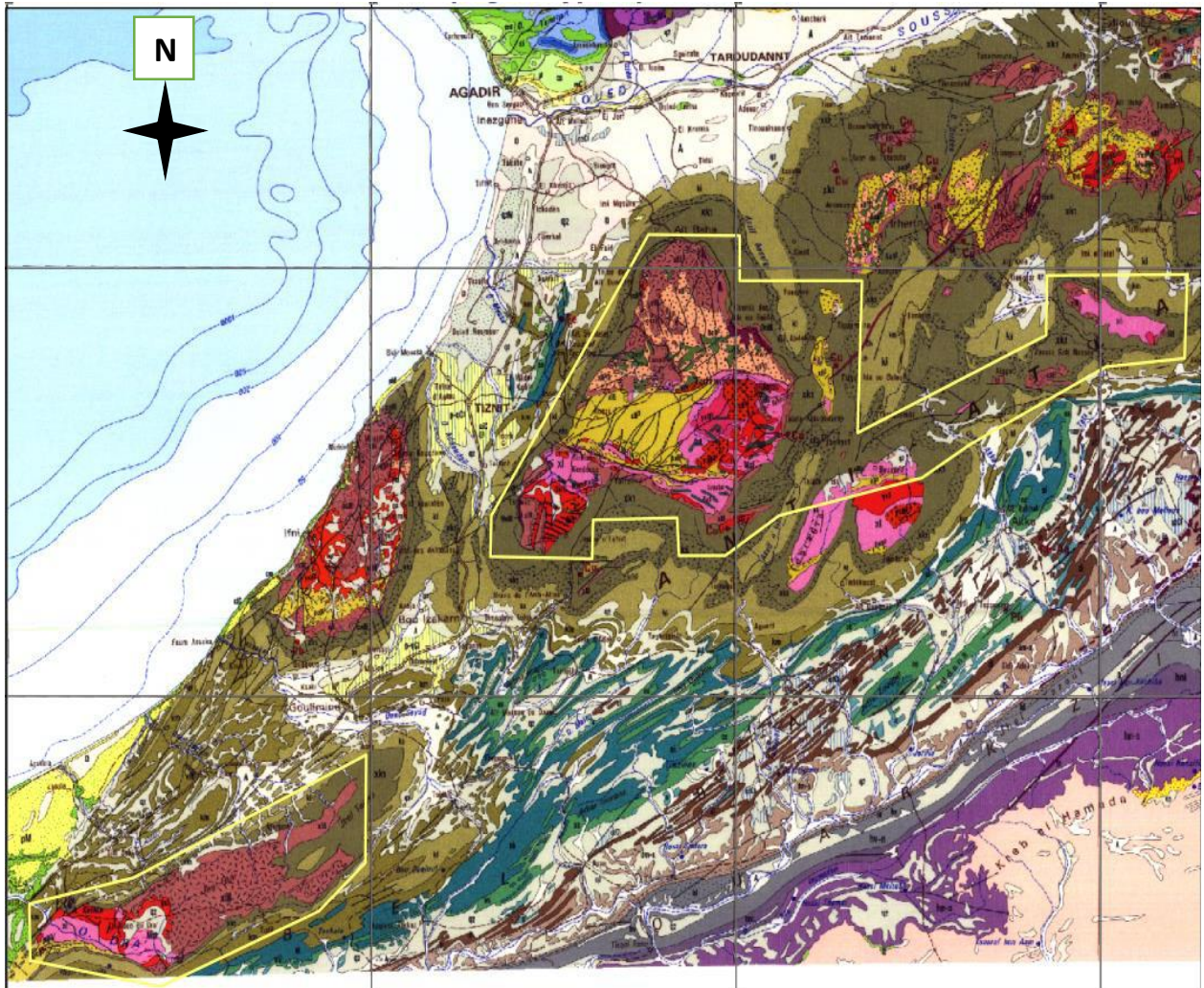


Fig.15 : Situation géographique de la zone couverte par la campagne hyperspectrale aéroportée (ONHYM).

D'après cette campagne hyperspectrale la minéralisation dans cette région est représentée par La minéralisation aurifère d'AKKA, La minéralisation cuprifère de Tazalakht, La minéralisation polymétallique d'Azougar N'tilili et plusieurs gîtes et indices de Cu, Ag, Au, Co, Pb et Zn, on plus il a indiquée des concentrations anormales d'or dans notre secteur.

généralement on ne peut pas se baser sur cette étude géochimique régionale, donc la société TGMINES est obligée de faire une carte géochimique locale pour mieux localiser la position de ces concentrations anormales, et pour déterminer la zonation structurale de cette minéralisation.

Conclusion :

- le secteur de Fouanou est une zone qui comprend 24 permis ; notre travail est intéressé à 4 permis. L'objectif principal est la recherche des indices de minéralisation à cuivre, argent et or. Notre travail sur le terrain a révélé l'existence d'indices de cuivre dans le secteur de Tizirt disséminée dans les fissures, et la présence d'une anomalie géophysique probablement correspondant à un chapeau de fer au Nord-Ouest d'Ait-Abdellah.

-A la base de ces résultats, la société TGMINES va faire un sondage géophysique dans la zone de Tizirt durant le mois 07/2017 pour estimer les teneurs et les tonnages de cuivre dans cette zone et déterminer leur valeur économique afin de décider un éventuel son exploitation.

Les références bibliographiques

- Abderrahmane Soulaïmani, Alain Piqué, Mohamed Bouabdelli, 2001. La série du PII–III de l’Anti-Atlas occidental (Sud marocain) : un olistostrome à la base de la couverture post-panafricaine (PIII) du Protérozoïque supérieur.
- Ait Touchnt 2011, les données géologiques et archéologiques du Sud-Est de Maroc, 219 P.
- A.Mouttaqui, Asladay, A. Michard, A. Soulaïmani, Boyer, Chazan W, E.C.Rjmati, Emberger, Hassenforder, H.Ibough, L.Maacha, Nachit, Pouit, Skacel, 2011, nouveaux guides géologiques et miniers du Maroc, Rabat, 347 P.
- Ettayfi, 2008, recherche des modalités d’exploitation des eaux souterraines de la région de Lakhssas-Taфраout, 124 P.
- Farbre J, (1971), structure de l’Algérie saharienne. Éléments pour une carte tectonique Bull ser Géol ; Algérie V 41 p, 161-185 Nouvelle série.
- Gasquet D, Ennih N, Liégeois JP, Soulaïmani A, Michard A (2008) The Pan-African belt (chapter 2; 33–64) In: Michard A, Saddiqi O, Chalouan A, Frizon de Lamotte, D. (Eds.), Continental Evolution: The Geology of Morocco. : Lecture Notes in Earth Sciences, 116. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 426
- Gentil L., (1918), Recherches stratigraphiques sur le Maroc Oriental.
- Leblanc M. et Lancelot, J R 1980, Interprétation géodynamique du domaine panafricain, (précambrien terminal) de l’Anti-Atlas (Maroc) à la Faculté de sciences et technique- Marrakech CMG 2011/2012 – p 60.

- Michard, A. (1976), *Eléments de géologie marocaine*, Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, 252: 408 pp
- ONHYM (Office National des Hydrocarbures et des Mines) (octobre 2016)-Campagne hyperspectrale dans les boutonnières de KERDOUS, BAS DRAA-AKKA-NORD, TATA (Anti-Atlas, Maroc), 5 P.
- Pr.Dris Fadli, 2002/2003, *les chaines précambriennes de l'Anti-Atlas*, 21 P.
- Rapport Moulay EL Arbi Bouchaouri, 2017,25P.
- Référence web graphique <http://geominesbtp.e-monsite.com/pages/geologie-de-l-ingenieur.html>
- Robert-Charrue, 19 septembre 2006, *géologie structurale de l'Anti-Atlas oriental*.