

# **ETUDE GEOCHIMIQUE DE LA MINERALISATION POLYMETALLIQUE DE LA ZONE D'AMSAGA (DORSALE DE RGUEÏBAT, MAURITANIE)**

*Ahmed Hamoud*

*Said Chakiri*

Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc

*Hassan El Hadi*

Laboratoire de Géologie appliquée, Géomatique et Environnement, Faculté  
des Sciences Ben Msik-Sidi Othmane, Casablanca, Maroc

*Bouamar Baghdad*

DERNE, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

*Khadija Zahidi*

Faculté des Sciences et Techniques, Mohammedia, Maroc

---

## **Abstract**

The Amsaga Zone is of a major importance, due to its position in the extreme south west of the Archean part of the Rgueibat shield, particularly to its location close to the Akjoujt Copper mine. Some dating migmatites indicate that granulite metamorphism affecting most Amsaga units took place between 3 and 2.7 Ga. The results of soil geochemistry and field mapping have showed significant potential for polymetallic mineralization, and have enabled to understand the relationships between rock units and structures of mineralization controls such as faults and shear zones. This context reflects a tectonic control of implementation of the mineralization by movements in faults and ductile shear zones.

---

**Keywords:** Mauritania, Rgueibat, Amsaga, polymetallic, geochemistry

---

## **Résumé**

La zone d'Amsaga revêt une importance majeure, grâce à sa position dans l'extrême sud-ouest de la partie archéenne de la Dorsale de Rgueibat, et en particulier à sa localisation à proximité du gisement de Cuivre d'Akjoujt. La datation de certaines migmatites indique que le métamorphisme granulitique affectant la plupart des unités d'Amsaga a eu lieu entre 3 et 2.7 Ga. Les résultats de la géochimie sol et de la cartographie du terrain

d'Amsaga ont montré un potentiel important pour des minéralisations polymétalliques (particulièrement pour le cuivre) et ont permis de comprendre les relations entre les unités lithologiques et les structures de contrôles de la minéralisation telles que les failles et les zones de cisaillement. Ce contexte traduit un contrôle tectonique de mise en place de la minéralisation par des mouvements en failles et dans les zones de cisaillement ductile.

---

**Mots clés:** Mauritanie, Rgueïbat, Amsaga, polymétallique, géochimie

## **Introduction**

Les terrains archéens ont un intérêt énorme aussi bien pour la recherche fondamentale en sciences de la terre que pour la recherche minière. En effet, ce sont les terrains les plus anciens, pouvant donc apporter des informations sur la formation et l'évolution de la terre dans les premières étapes de son existence. De plus, ces zones renferment une grande variété de gisements métallifères à travers le monde suite à la présence d'une importante activité magmatique et hydrothermale (Pitfield et al., 2004).

Dans ce contexte, la zone d'Amsaga (Figures 1a et b) est une zone extrêmement intéressante au vu du faible nombre d'explorations géologiques menées dans cette partie de la dorsale de Rgueïbat (les plus anciens travaux d'exploration sont ceux de la SNIM en 2005 (Sirocco, 2012).

Le but de cette étude est double, elle consiste à contribuer à la connaissance géologique des terrains archéens de l'Amsaga (Figures 1a et b), étudier certains indices polymétalliques afin de mettre en évidence leur contexte de formation et d'évaluer leur potentialité minière en métaux de base notamment en cuivre.

Une campagne d'échantillonnage systématique du sol résiduel a été effectuée au cours de cette étude à cause de la rareté des affleurements rocheux. Cette méthode de géochimie sol, qui est pratiquée dans les zones couvertes par un sol résiduel demeure une méthode très efficace pour la recherche de l'or et les métaux de base dans les milieux arides.

La zone de l'Amsaga a été premièrement prospectée par la Société Mauritanienne de l'Industrie Minière (SNIM) qui a montré à partir des campagnes de prospection par géochimie roche et sol, effectuées en 2005, des résultats encourageants pour l'or et les métaux de bases (Sirocco, 2012). Les résultats de la géochimie ont mis en évidence plusieurs anomalies en Cu–Au (Sirocco, 2012). Les tranchées creusées au niveau de certaines anomalies ont confirmé la présence des minéralisations d'Or, de Cu et du Zn découvertes auparavant par la prospection au marteau et la géochimie sol. La société Sand Metals a poursuivi les travaux de la SNIM en Décembre 2011 en faisant des travaux de prospection par géochimie sol et tranchées, qui sont parallèles aux travaux de la SNIM pour vérifier la fiabilité des travaux antérieurs. Ces

travaux ont confirmé, en général, les mêmes résultats que la SNIM (Sirocco, 2012). Depuis lors, les travaux d'exploration se sont arrêtés et la zone n'a jamais fait l'objet d'une étude géologique détaillée des minéralisations polymétalliques ni de leurs conditions de formation.

La campagne d'échantillonnage de sol résiduel accompagné d'une cartographie fine de la zone choisie entreprise lors de cette étude a permis d'évaluer le potentiel minier de la zone et de déterminer les conditions de mise en place de la minéralisation et son origine.

### **Méthodologie**

La zone d'étude se trouve à 70 Kilomètres au nord-est du gisement de cuivre de Guelb Moghrein à Akjoujt (figure 2), qui présente des réserves de 23 Million de tonnes avec une teneur moyenne de 1.88% de cuivre, 1.41 ppm d'or et 143 ppm de cobalt (Kolb et al., 2006).

Une campagne de géochimie Sol a été réalisée au cours de cette étude. Cette campagne a pour objectif de découvrir des nouvelles anomalies, mais aussi pour couvrir les extensions des anciennes anomalies découvertes par la SNIM. La maille de géochimie sol est de 200 mètres avec un espacement entre les profils de 400 mètres. Un nombre total de 260 échantillons a été collecté et analysé au laboratoire ALS-Chemex en Irlande. La méthode d'analyse des métaux de base est effectuée par ICP-MS, sur la fraction fine (< 0.06 mm) par attaque chimique à l'eau régale.

Cette campagne d'échantillonnage sol a été accompagnée par une cartographie (figure 3) à échelle détaillée (1/5000) qui a couvert une surface de 24 km<sup>2</sup> (6 km x 4 km).

### **Contexte géologique et structural**

Le terme de "Pays cristallin Rgueïbat" a été introduit par Menchikoff (1957) pour désigner l'ensemble des terrains métamorphiques et granitiques situés entre les formations sédimentaires du bassin de Tindouf et celles du bassin de Taoudeni (Figure 1a). Aujourd'hui, le terme de dorsale Rgueïbat est unanimement utilisé pour toute cette zone en remplacement de celui du "Pays cristallin" (Pitfield et al., 2004). La dorsale Rgueïbat est longue de 1500 km et large d'environ 250 à 400 km. Elle est située entre les parallèles 20 et 27° N et les méridiens 3 à 16° W, essentiellement en territoire mauritanien (Figure 2) et se prolonge vers l'Est en Algérie (Eglabs) et au Nord et au Nord-Ouest dans le Sahara marocain.

D'un point de vue géologique, la dorsale Rgueïbat est subdivisée en (Bessoles, 1977) deux unités géotectoniques majeures (Figure 1a et 2) :

- Une unité occidentale comprenant l'Amsaga, le Tijirit, le Tiris, le Tasiast, l'Ouassat, le Ghallaman et les Sfariat ; avec des terrains archéens composés de gneiss datés à 3,5 Ga (Potrel et al., 1996), qui ont enregistré des

phases tectono-magmatiques régulières de 3,3 ; 3,0 et 2,7 Ga (Potrel et al., 1998). La zone se structure en dômes plutoniques de la série Tonalite-Trondhjémite-Granite (TTG) entourés de ceintures de roches vertes comprenant de nombreux ensembles lithologiques de nature basique/ultrabasique.

- Une unité paléoprotérozoïque au centre et à l'Est (massif de Yeti et Eglab) essentiellement composée de granitoïdes mis en place autour de 2,2 Ga et 2,1 Ga auxquels sont associées quelques reliques de croûte océanique archéenne (2,7 Ga) ; (Roussel et Lequer, 1990). Ces lithologies sont partiellement remaniées au Paléoprotérozoïque lors de l'activité orogénique majeure éburnéenne à partir de 2,09 Ga (Roussel et Lequer, 1990).

Ces terrains précambriens n'ont pas été affectés ultérieurement par les phases orogéniques plus récentes (panafricaine, varisque, alpine) excepté dans la partie la plus occidentale de la Mauritanie (les Mauritanides) qui présente des terrains panafricains et varisques (Roussel et Lequer, 1990).

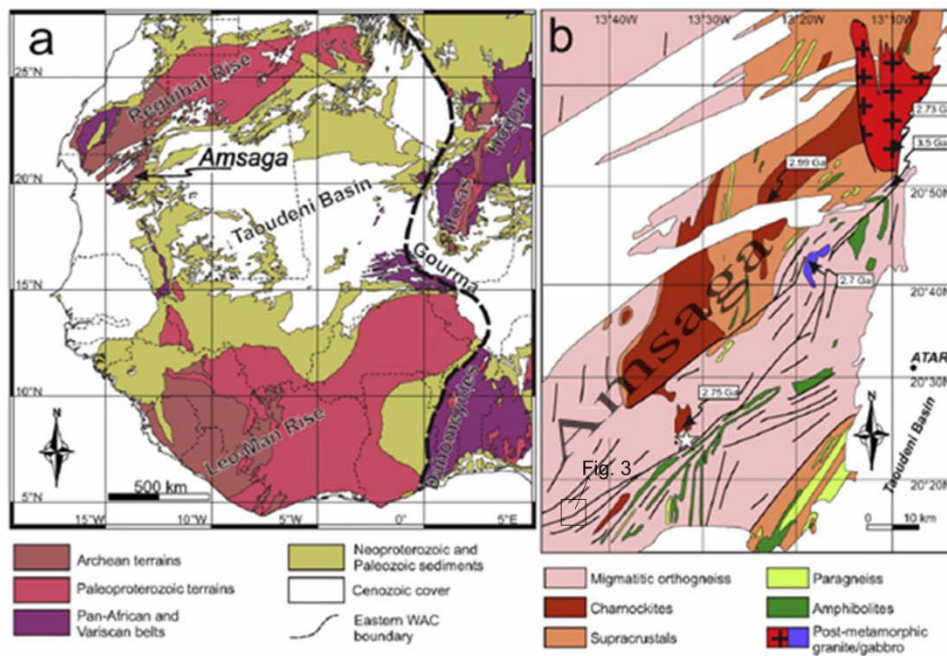


Figure 1 : Carte géologique de l'Afrique de l'Ouest (a) et la carte géologique d'Amsaga (b), (Potrel et al., 1998)

L'Amsaga, zone de notre étude, constitue la partie sud-ouest de la dorsale Rgueïbat (Figure 1b). Elle est limitée au sud par la chaîne allochtone des Mauritanides, à l'est par le bassin de Taoudéni, qui est caractérisé par des roches d'âge Néo-protérozoïque au Dévonien, et au Nord par les dunes de l'Akchar, et par le bassin côtier à l'ouest (Figure 2).

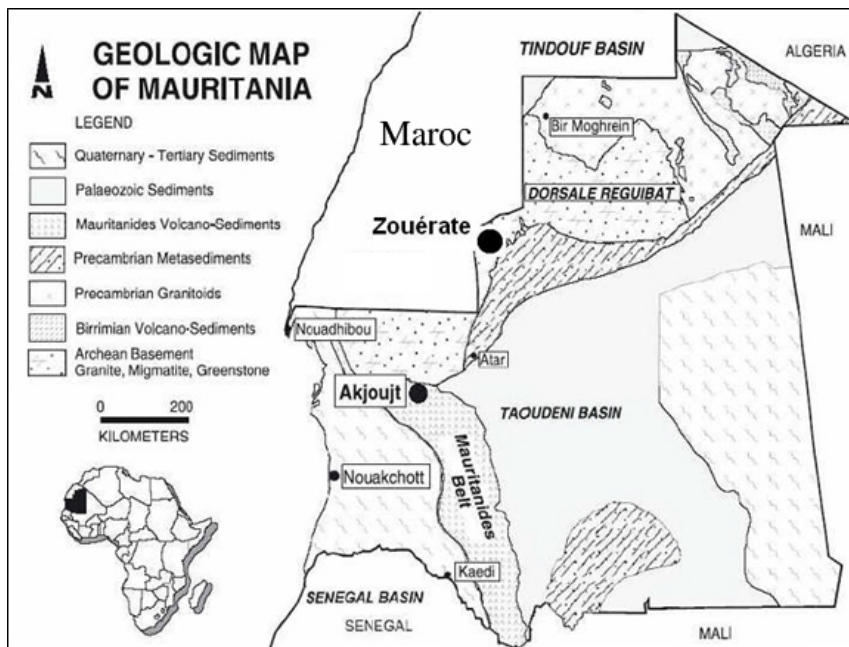


Figure 2: Carte géologique des principaux ensembles géologiques de la Mauritanie (Pitfield & al.; 2004)

L’Amsaga est une partie du craton ouest africain (Auvray et al., 1992) stable depuis 2.7 Ga (Figure 1a). Des datations chronologiques ont donné des âges de 3,5 Ga pour les orthogneiss et de 3 ; 2,8 et 2,7 Ga pour les granites des séries TTG (Potrel et al., 1998). Le dernier pluton magmatique mis en place dans cette zone serait le gabbro peu déformé d’Igouilid (2,7 Ga).

Le métamorphisme granulitique affectant la plupart des unités de l’Amsaga a eu lieu entre 3 et 2.7 Ga (Potrel et al., 1996). Un événement précoce du faciès des granulites a affecté les roches plutoniques intrusives, ainsi que les roches supra-crustales, à environ 3.000 Ma (Barrière, 1967; Potrel, 1994; Potrel et al., 1998).

En effet, un événement magmatique ultérieur a été daté à partir du granite de Touijenjert ( $2.726 \pm 7$  Ma, U-Pb) et du gabbro d’Igouilid ( $2.706 \pm 54$  Ma, Sm-Nd) ; (Potrel et al., 1998). Ces derniers suggèrent qu’il y a eu également un second événement métamorphique (faciès granulites) au cours de cette période, hypothèse basée sur la datation des charnockites.

Les diverses roches supra-crustales et intrusives du complexe d’Amsaga sont intensément déformées avec une multitude de plis mineurs et de cisaillements ductiles. Ces structures ductiles peuvent être séparées en trois catégories (Portel, 1994):

- Des séries initiales à événements ductiles englobant également des structures associées à une migmatitisation précoce. L’orientation régionale de ces premières structures droites est NNE-SSW ;

- Une seconde série de structures ductiles orientées NE-SW associées à la formation compressive de la « structure en fleur » située sur le flanc occidental du terrain de Choum-Rag el Abiod. Les roches cisailées montrent d'intenses textures planaires dans lesquelles toutes les structures (y compris les veines) sont sensiblement parallèles à une nouvelle foliation. Les plis initiaux sont refermés et repliés, et les nouvelles structures engendrées regroupent une foliation transposée et ductile, des chevauchements à pendage Ouest et des failles sub-verticales. Généralement, les quartz-mylonites occupent les plans de chevauchement et de faille. Les structures planaires, à pendages modérés à très forts, et orientées NE, sont dominantes dans la moitié méridionale de la « structure en fleur ». Ces structures ont tendance à converger vers le Nord dans la partie méridionale. Durant cet événement, les différentes unités lithologiques sont déformées en lentilles par des cisaillements anastomosés. Les granites porphyriques ont été gneissifiés. Le développement de ces cisaillements ductiles a prédéterminé la mise en place du granite de Touijenjert. Ce dernier tronque les cisaillements majeurs orientés NE (Portel, 1994).
- Une troisième période de cisaillements ductiles a eu lieu durant ou après la mise en place du granite de Touijenjert (Portel, 1994).

Une nouvelle zone de cisaillement ductile majeure a été identifiée lors de la cartographie géologique (Pitfield et al., 2004) établie par le British Geological Survey dans la partie ouest de l'Amsaga. Cette zone est divisée en deux terrains ayant des évolutions tectono-magmatiques distinctes (Key et al., 2008).

### **Cartographie de la zone d'étude**

La zone d'étude montre la présence de schistes à biotite, des schistes mafiques, des amphibolites et des dolérites, des granitoïdes à biotites et des migmatites. Les granitoïdes à biotite montrent des intrusions felsiques et des veines de quartz (Figure 3). Certains filons d'extension Nord a Nord-Est sont parallèles à la foliation régionale des schistes à biotites et des granitoïdes



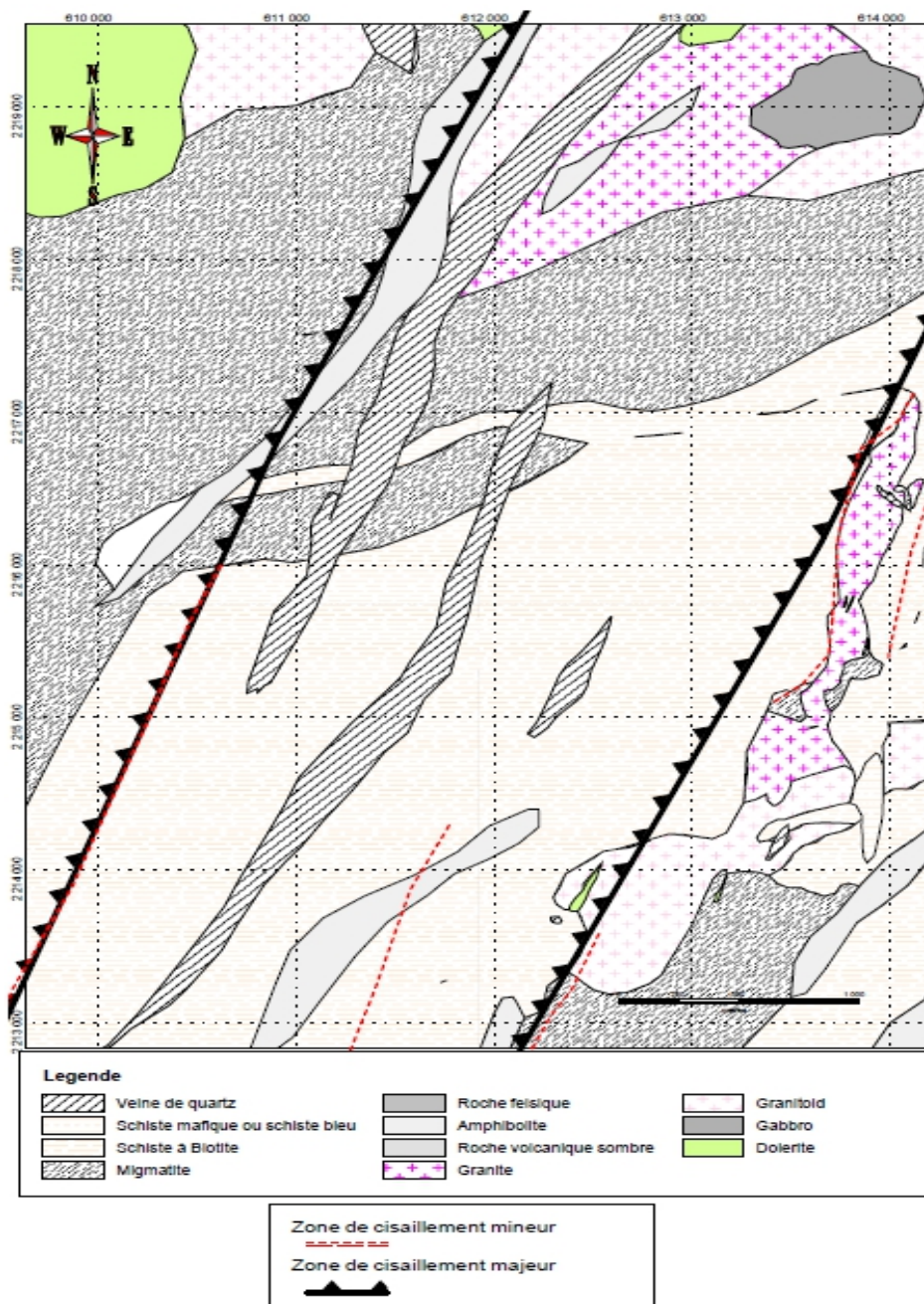


Figure 3 : Carte géologique au 1/5000 de la zone d'étude (Coordonnées WGS84, UTM 28N)

Le soubassement lithologique, d'âge archéen, de la zone d'étude est composé par des roches méta-volcaniques (amphibolites et métagabbros) et de roches volcano-sédimentaires. Il s'agit des intrusions mafiques, felsiques, de granitoïdes et de granulites. Les granitoïdes sont associés à des veines de

quartz, d'aprites et de pegmatites. Les roches volcano-sédimentaires sont constituées d'amphibolites, de schistes mafiques, de schistes à biotite et de séricitoschistes à quartz recoupés localement par des dykes de dolérites.

La direction de schistosité régionale des amphibolites et schistes est comprise entre N0 et N25°. Certains schistes mafiques ont montré des directions avoisinant les N45° due à une tectonique locale probable. La partie nord de la zone est à dominance de granitoïdes, comprenant des granites, des granodiorites, des porphyres de quartz et des granitoïdes riches en grenats. Les granitoïdes sont associés à des aprites, des veines felsitiques intercalées avec des quartzo-feldspathiques et des veines carbonatées dans certaines localités. Souvent, ces granites intrusifs sont en contact avec des amphibolites ou des dolérites.

Les dykes de dolérites de direction Est-Ouest ont été probablement mis en place le long de zones de fractures transverses réactivées et associées à l'ouverture de l'océan Atlantique (Roussel et Lequer., 1990).

La minéralisation de cuivre est plus ou moins disséminée et associée à la magnétite dans les zones de cisaillement. Cette minéralisation peut être associée aux intrusions mafiques, felsiques avec une altération (silicification, argilisation, sericitisation, oxydation...) forte à moyenne

En effet, la minéralisation dominante est essentiellement la malachite et l'azurite. Elle est associée particulièrement à des veines de quartz et oxydes de fer (hématite et limonite), et aux zones de fractures. La malachite et l'Azurite peuvent être liées à tous les types de roche (granitoïdes, schistes à biotite, schistes mafiques, migmatites, et amphibolites.

## **Résultats et Discussions**

Les résultats géochimiques sol (Tableau 1) et les observations de terrain, montrent la présence d'importantes anomalies pour certains métaux de base, notamment le Cuivre et le Cobalt (Figures 4A, 4B). Les teneurs anormales en cuivre peuvent aller de 100 ppm jusqu'à 512 ppm (Figure 4A, Tableau 1). Ces valeurs représentent une cible importante pour l'exploration de cuivre (Figure 4A). En effet, la teneur moyenne des échantillons sol dans cette région est de 30 ppm. La minéralisation se concentre d'avantage dans la partie sud-est de la zone d'étude (Figure 4A). Par contre, le cobalt présente des teneurs anormales assez élevées (Figure 4B).

Pour le Zinc et le Chrome (Figures 5A et 5B), les teneurs vont respectivement de 32 ppm jusqu'à 107 ppm et de 15 à 249 ppm (Tableau 1).



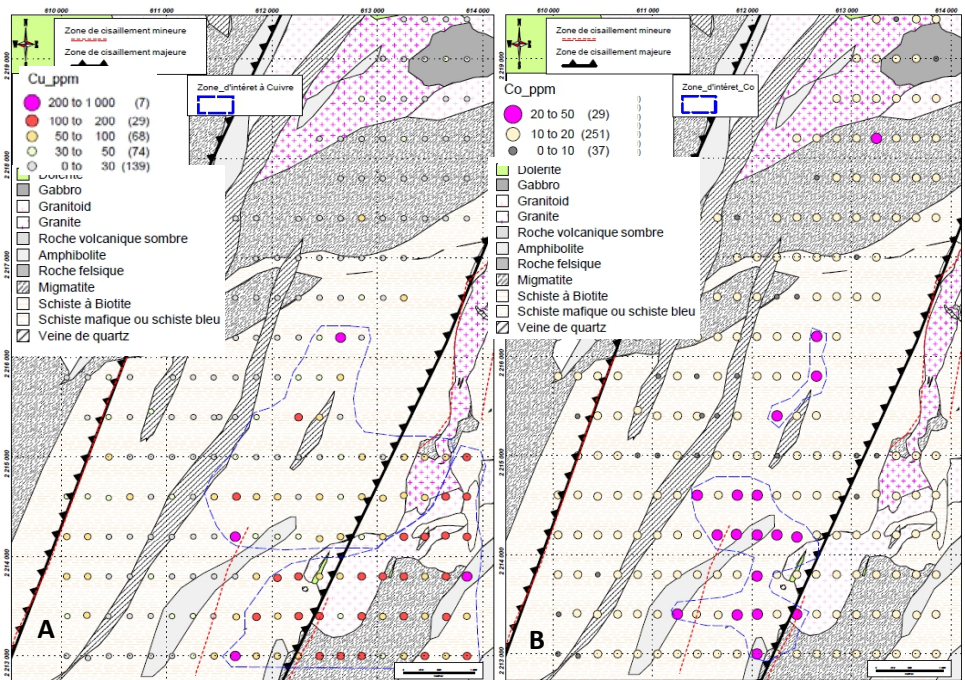


Figure 4 : Teneurs du Cuivre (A) et du Cobalt (B) dans le Sol du secteur d'étude (coordonnées WGS84, UTM 28 Nord)

Ces teneurs ne sont pas très élevées par rapport aux valeurs de cuivre. On note aussi une corrélation spatiale partielle entre la signature géochimique du cuivre et du cobalt sur 14 échantillons (figures 4A et 4B) parmi ceux qui présentent des valeurs anormales (Tableau 1). Ces données géochimiques montrent qu'une partie seulement des échantillons peut présenter des corrélations spatiales entre le cuivre et les autres éléments de métaux de base (Figure 6). Cela peut s'expliquer par le fait que les teneurs élevées du cuivre sont le résultat de l'altération des sulfures de cuivre en carbonates de cuivre notamment la malachite qui est bien visible sur le terrain dans les fractures des roches en affleurement. Les observations de terrain n'ont pas montré la présence de sulfures en surface.

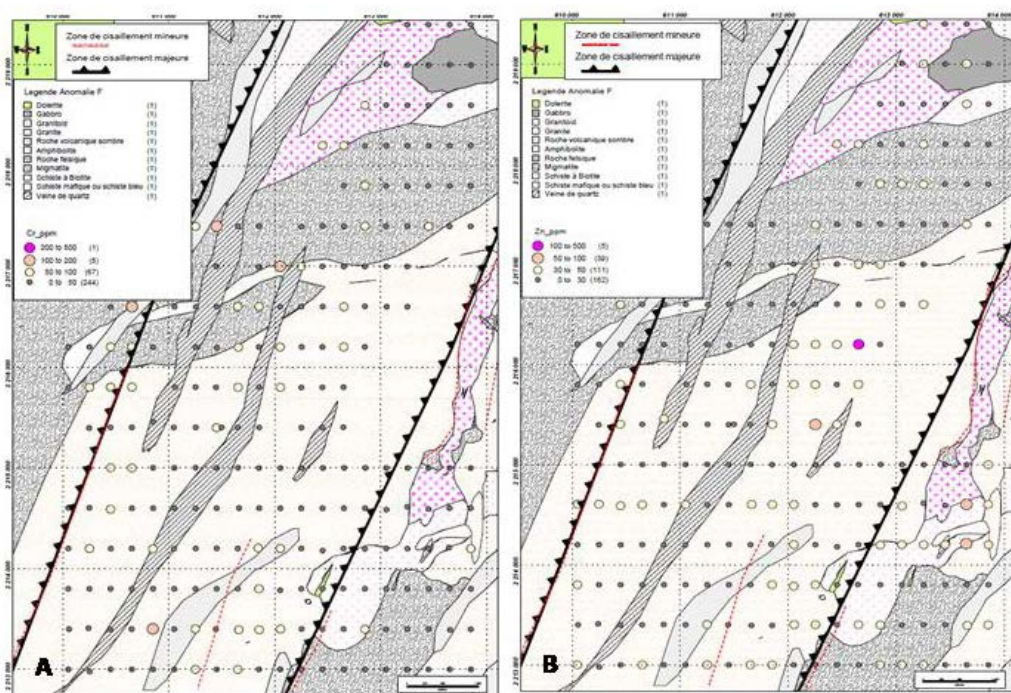


Figure 5 : Teneurs du Chrome (A) et du Zinc (B) dans le Sol du secteur d'étude (coordonnées WGS84, UTM 28 Nord)

Des anomalies en chrome ont été rencontrées (Figure 6A). Elles sont associées aux roches basiques (amphibolites, schistes mafiques...). Le laboratoire ALS en Irlande qui a effectué les analyses a signalé que la méthode d'analyse effectuée (ICP-MS) n'est pas adaptée avec la limite de détection de l'or (<20 ppb), pour cela aucune valeur anormale en or n'a été enregistrée.

D'après les cartes géologiques et les analyses chimiques on note, que la minéralisation polymétallique se concentre dans les zones granitiques riches en biotite (Figure 7), et qu'il existe une bonne corrélation entre les biotites et leurs distributions dans les zones de cisaillement suite à la circulation des eaux météoriques qui altèrent les sulfures de cuivre en malachite et la déposent dans les fractures des roches.

Tableau 1 : Teneurs en Cuivre, Cobalt, Chrome et Zinc des sols

Echantillon	X_Est	Y_Nord	Co_ppm	Cr_ppm	Cu_ppm	Zn_ppm
AM280	610850	220700	25,4	249	512	71
AM158	612650	221620	20,8	78	243	107
AM051	611650	221420	27,4	36	222	28
AM092	612449	221340	25,4	15	143,5	16
AM246	612255	220861	23,3	54	113,5	55
AM160	610449	221659	26,5	33	102	39
AM130	612251	221540	25,1	24	101,5	53
AM069	612050	221378	22,2	29	101,5	32
AM089	611851	221339	20,9	54	101	29
AM243	611650	220860	22,2	79	98,8	47
AM255	611450	220780	22,3	65	97,1	70
AM245	612050	220860	25,2	54	90,3	70
AM090	612053	221340	21,1	97	84,6	36
AM110	612050	221300	20,5	39	82,8	26

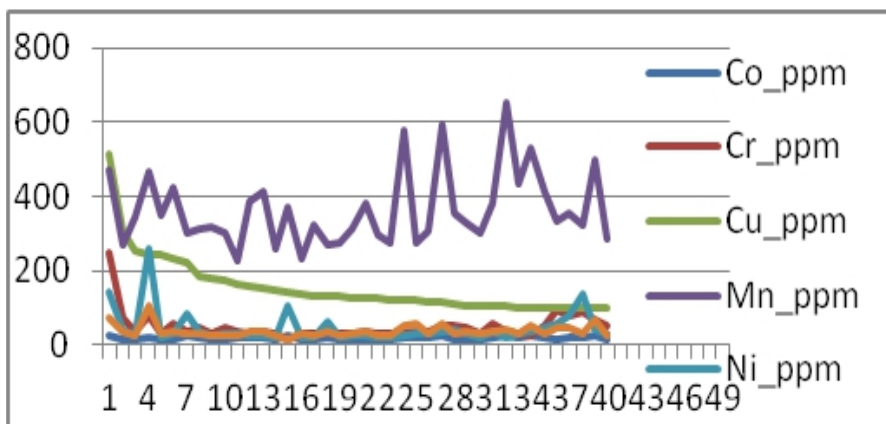
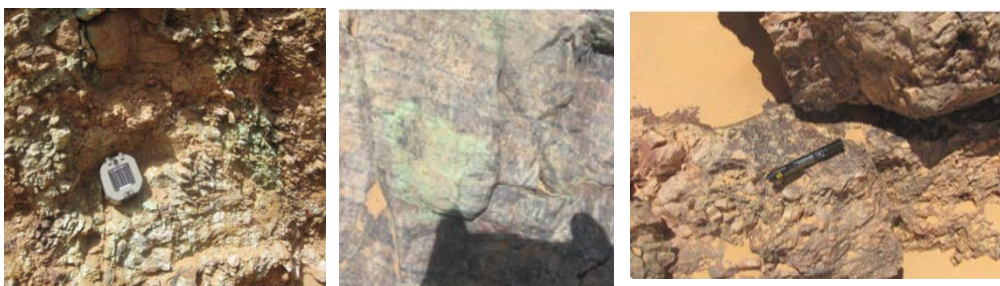


Figure 6 : Signature des métaux de base (Co-Cr-Cu-Mn-Ni-Zn) dans le Sol du secteur d'étude



Granite à Biotite

Malachite

Cisaillement minéralisé

Figure 7 : Malachite dans les différents faciès du secteur d'étude

La compilation et l'analyse des données géochimiques, lithologiques et structurales montrent que la minéralisation de cuivre est contrôlée par des cisaillements, qui peuvent recouper les différents faciès.

En effet, les fluides hydrothermaux utiliseraient probablement les failles et les cisaillements comme des voies de circulation et de mise en place des fluides minéralisateurs.

A l'état actuel des choses, la conception d'un modèle de mise en place de la minéralisation cuprifère suppose plus de données. En effet, Il faut tout d'abord (i) étudier la minéralisation primaire (sulfures de cuivre) qui se trouve en profondeur par des moyens indirects (géophysique) (ii) identifier la nature des fluides minéralisateurs (iii) déterminer l'origine et la température des différents métaux (iv) mettre en évidence les différents mécanismes favorisant la précipitation de minéralisation et enfin (vi) préciser l'âge de mise en place des minéralisations par des études spécifiques (métallographique, inclusions fluides, microscope électronique...etc.).

### **Comparaison avec les minéralisations de Guelb Moghreïn**

Ce gisement de Guelb Moghreïn d'Akjoujt est connu par la minéralisation de type (IOCG) Oxyde de Fer-Cu-Au-Co (Kolb et al., 2006). Cette minéralisation se localise dans la bordure ouest du craton ouest Africain au sein des faciès carbonatés de type BIF d'âge archéen (Kolb et al., 2006). Ces faciès sont composés de métacarbonates à pistomesite et magnétite et aussi avec de la magnétite additionnelle, apatite, calcite quartz, monazite et allanite. Selon Kolb, & al., (2006), la minéralisation de type IOCG s'est formée pendant le cisaillement régional, entre le faciès des schistes verts et l'amphibolite. Les roches encaissantes de la minéralisation hydrothermale sont des brèches qui renferment un assemblage minéralogique tel que la magnétite, pyrrhotite, chalcopryrite, arsenic, arsénopyrite, cobaltite et des minéraux à Bi-Au-Ag-Te. La minéralisation de type IOCG de Guelb Moghreïn résulte d'une évolution hydrothermale complexe impliquant des fluides de la croûte portés dans des zones de cisaillement et mélangé au site de dépôt (Cox, 2007). La Minéralisation est contrôlée par la tectonique liée au chevauchement sur le socle et à la structure profonde de l'événement panafricain lors de l'orogénèse des Mauritanides (Figure 8).

En conclusion, le contexte structural (minéralisation liée aux zones de cisaillement) et la signature géochimique des multiéléments que comporte la minéralisation d'Amsaga est probablement similaire à celle du gisement de Guelb Moghreïn à Akjoujt (IOCG). Les fluides minéralisateurs qui sont à l'origine de la minéralisation de cuivre à Amsaga proviennent probablement de la même source de minéralisation du gisement de Guelb Moghreïn. Les zones de cisaillement d'Amsaga permettant le passage de fluides minéralisateurs originaires du sud-ouest, sont secondairement minéralisées.



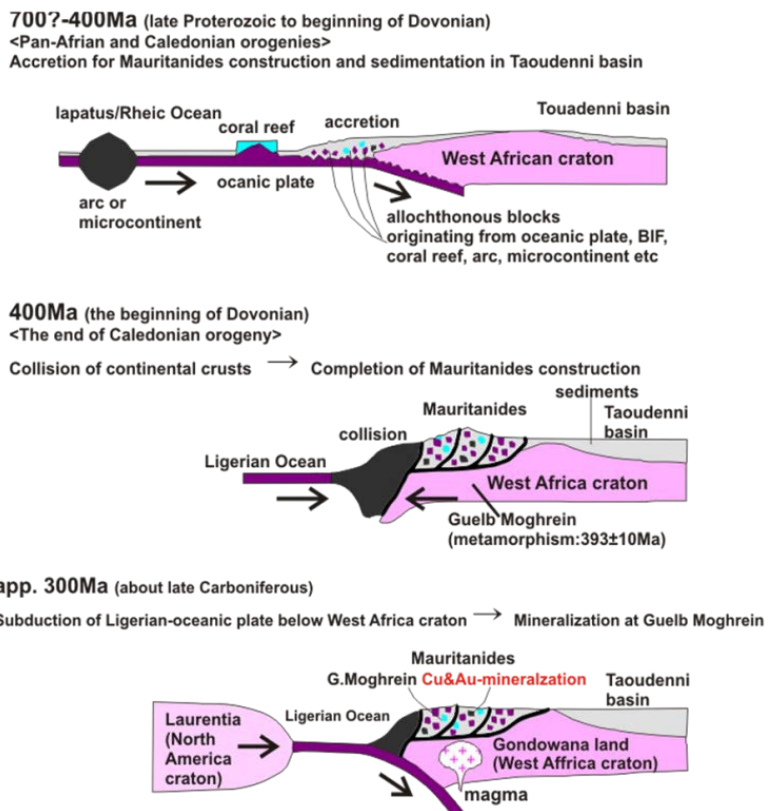


Figure 8 : Evolution géodynamique pour l’orogénèse des Mauritanides (Dallmeyer et Lécorché, 1989).

## Conclusion

Les données géochimiques du sol démontrent l’existence d’une zone minéralisée en cuivre qui se localise dans le sud-est de notre zone d’étude. Cette zone correspond à une minéralisation secondaire constituée de malachite, azurite et oxyde de fer (magnétite et hématite) visible sur le terrain. Cette minéralisation se localise dans les granites à biotites, les schistes à biotites, les amphibolites et les roches mafiques. La distribution des valeurs anormales des éléments polymétalliques montre qu’une partie seulement des échantillons présente des corrélations spatiales entre le cuivre et les autres éléments de métaux de base. Cela peut être interprété par l’abondance de malachite dans les roches en affleurement. On note une bonne corrélation entre la distribution des failles observées sur le terrain et la signature géochimique du cuivre. La zone minéralisée prend une direction nord-est qui est parallèle à celle de la plupart des failles et décrochements dans la zone.

A la lumière de cette campagne de cartographie géologique et d’échantillonnage sol, il s’avère que la zone d’Amsaga renferme un potentiel

en minéralisation polymétallique. Un programme d'exploration basé sur une étude structurale et la réalisation de levés géophysiques au sol est nécessaire pour déterminer la minéralisation enracinée qui a été à l'origine de la minéralisation secondaire de carbonates de cuivre (malachite et azurite) en surface. Ce programme peut délimiter une zone à minéralisation économiquement exploitable.

Cette étude ne permet pas de modéliser la mise en place de la minéralisation. En revanche, le contexte géologique et structural de la minéralisation d'Amsaga traduit un contrôle tectonique de mise en place de la minéralisation par des mouvements en failles et dans les zones de cisaillement ductile.

La comparaison entre les signatures géochimiques des minéralisations d'Amsaga avec celles de Guelb Moghrein, montre une corrélation entre les deux zones. Une étude des inclusions fluides sur la minéralisation primaire enracinée permettrait : (i) de construire un modèle de mise en place de la minéralisation cuprifère, et (ii) d'établir des relations génétiques entre les minéralisations d'Amsaga et de Guelb Moghrein.

### **Références:**

- Auvray, B., Peucat, J.J., Potrel, A., Burg, J.P., Caruba, C., Lo, K. (1992) - Données géochronologiques nouvelles sur l'Archéen de l'Amsaga (Dorsale Rgueibat, Mauritanie). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*. 315 (II): 63-70.
- Bessoles, B. (1977) - Géologie de l'Afrique: Le craton ouest-africain. *Mémoire du Bureau de Recherche. Géologique et Minières, Paris*, 402 p.
- Barrière, J. (1967) - Le groupe précambrien de l'Amsaga entre Atar et Akjoujt (Mauritanie). *Etude d'un métamorphisme profond et de ses relations avec la migmatitisation*. Unpublished PhD Thesis, Clermont-Ferrand, France, 275 p.
- Cox, D.P. (2007) - Phase II: Iron Oxide Copper-Gold Deposits, for The U.S. Geological Survey for the Mauritanian Government. 5 p.
- Key, R.M., Loughlin, S.C., Gillespie, M., Del Rio, M., Horstwood, M.S.A., Crowley, Q.G., Darbyshire, D.P.F., Pitfield, P.E.J., Henney, P.J. (2008) - Two Mesoarchean terranes in the Rgueibat shield of NW Mauritania. *Geological Society of London, Special Publications*. 297 p.
- Kolb, J., Gregori A., Sakellaris. F., Michael, M. (2006) - Controls on hydrothermal Fe oxide–Cu–Au–Co mineralization at the Guelb Moghrein deposit, Akjoujt area, Mauritania.
- Dallmeyer, R.D. and Lecroché, J.P. (1989) -  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  polyorogenic mineral age record within the central Mauritanide orogens, West Africa. *Am. Bull.*, 101:55-70.

- Menchikoff, N. (1957) - Les grandes lignes de la géologie saharienne. *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*, 1, 37-45.
- Pitfield, P.E.J, Key, R.M, Waters, C.N., Hakins, M.P.H., Schofield, D.I., Loughlin, S. and Barnes, R.P. (2004) - Notice explicative des cartes géologiques et gîtologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Sud de la Mauritanie. Volume 1 – géologie. DMG, Nouakchott. 616 p.
- Pitfield, P.E.J, Key, R.M, Waters, C.N., Hakins, M.P.H., Schofield, D.I., Loughlin, S. and Barnes, R.P. (2004) - Notice explicative des cartes géologiques et gîtologiques à 1/200 000 et 1/500 000 du Sud de la Mauritanie. Volume 2 – Gitologie. DMG, Nouakchott. 225 p.
- Potrel, A. (1994). Evolution tectono-métamorphique d'un segment de croûte continentale archéenne. Exemple de l'Amsaga (R.I. Mauritanie), Dorsale Rgueïbat. Unpublished PhD Thesis, Rennes, France, 400 p.
- Potrel, A., Peucat, J.J., Fanning, C.M., Auvray, B., Burg, J.P., Caruba, C. (1996) - 3.5 Ga old terranes in the West African Craton, Mauritania. *Journal of the Geological Society* 153, 507–510.
- Potrel, A., Peucat, J.J., Fanning, C.M., (1998) - Archean crustal evolution of the west African craton: example of the Amsaga area (Rgueïbat rise). U–Pb and Sm–Nd evidence for crustal growth and recycling. *Precambrian Research*.
- Roussel, J., and Lequer, A. (1990) - Geophysics and the crustal structure of West Africa. In: R.D. Dallmeyer and J.P. Lécorché (Eds). *The West African Orogens and Circum-Atlantic. Correlatives*. Springer-Verlag, Berlin.
- Sirocco Mining (2012) - Présentation des activités dans la conférence Internationale de Mauritanides-2012, Nouakchott, Mauritanie.