

LES MINÉRALISATIONS À Zn-Pb DE MEROUANA (MONTES DE BELEZMA, N-E DE L'ALGÉRIE) : CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET APPORT DE L'ÉTUDE DES INCLUSIONS FLUIDES.

Mohamed BARA *, Omar HADDOUCHE** et Abdelhak BOUTALEB ***

RÉSUMÉ

Les minéralisations de Merouana sont situées dans les Monts de Belezma (Atlas saharien oriental) et sont encaissées dans les formations carbonatées de l'Aptien supérieur. Elles sont liées à des remplissages de fractures, de direction essentiellement NO-SE, E-O et NE-SO. L'association minérale est composée principalement de la sphalérite, de la galène et de la pyrite et de divers produits d'oxydation (smithsonite, hématite et covellite). Les textures du minerai sont de type extensif, représentées par des aspects veinulés, mouchetés, bréchiques et rubanés.

L'étude géologique et gîtologique ainsi que l'étude des inclusions fluides montrent que les concentrations minérales de Merouana sont liées à des fluides de bassins. Les fluides minéralisateurs sont salés (riches en Ca, Na et Mg) et relativement chauds (80 à 250 °C). Les températures d'homogénéisation de la sphalérite sont relativement élevées par rapport à celles des dolomites «baroques», tandis que les salinités sont plus ou moins similaires. Ces données, traduisent probablement des conditions de piégeage particulières à chaque minéral. Ceci est dû probablement, à une dilution ou à l'arrivée d'un fluide tardif moins chaud et moins salé responsable de la mise en place de la dolomite « baroque » et de la galène. Le fait de constater un chimisme similaire, n'exclut pas également l'idée d'un seul type de fluide qui subit un refroidissement (chute de température) après le dépôt de la sphalérite.

Dans les régions voisines, ces caractéristiques montrent une analogie avec les gîtes localisés au nord dans le Hodna-Sétifien (Boutaleb et *al.*, 2000; Boutaleb, 2001), à l'est dans la zone de diapirs (Haddouche et *al.*, 2004; Sami, 2011), dans le massif des Aurès (Haddouche, 2010; Haddouche et *al.*, 2010) et même plus au nord dans le domaine interne (Kolli et *al.*, 1999), associés aux phénomènes hydrothermaux, liés à la tectonique extensive durant la phase Miocène-Quaternaire.

Mots-clés - Merouana - Aptien supérieur - Inclusions fluides - Fractures.

*Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA) Résidence Chabani, Tour B, Val d'Hydra Alger. E-mail: m_bara2007@yahoo.fr

**Docteur en Géologie Minière. E-mail : haddouche.omardz@gmail.com

*** Laboratoire de Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie - FSTGAT/USTHB, BP. 32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie. E-mail: abdelhak_boutaleb@yahoo.fr

- *Manuscrit déposé le 27 Avril 2015, accepté après révision le 15 Septembre 2015.*

MINERALIZATIONS WITH Pb-Zn OF MEROUANA (BELEZMA MOUNTS, N-E ALGERIA): GEOLOGICAL CONTEXT AND CONTRIBUTION OF THE FLUID INCLUSIONS STUDY.

ABSTRACT

The Merouana deposit is located in the Belezma Mounts (Eastern Saharan Atlas) and hosted in the Upper Aptian carbonate rocks. Mineralization occurs within different fractures (NW-SE, E-W and NE-SW). Ore minerals are principally sphalerite, galena and pyrite, which are accompanied by oxidation products (smithsonite, hematite and covellite). Mineral textures are of an extensive type, represented by veinlets, dissemination, banding and brecciate aspects.

Geological, metallogenic and fluid inclusions studies reveal that the Merouana mineralizations are related to basin fluids. Microthermometric study shows that the mineralizing fluids are salty (rich in Ca, Na and Mg) and relatively hot (80 to 250 ° C).

The sphalerite homogenization temperatures are relatively hot compared to the «saddle» dolomite, while salinities are more or less similar. These results suggest special trapping conditions for each mineral. This is probably due to the dilution or the inlet of later fluid which is responsible for the precipitation of the «saddle» dolomite. The similar chemistry of fluid inclusions also suggested a single type of fluid with decreasing temperature after the deposit of sphalerite.

These microthermometric results show an analogy with the ore deposits located in the Setifian-Hodna domain (Boutaleb and *al.*, 2000; Boutaleb, 2001), in «Triassic» diapirs of Eastern Algeria (Haddouche and *al.*, 2004; Sami, 2011), in the Aures Mounts (Haddouche, 2010; Haddouche and *al.*, 2010) and in the Maghrebide Internal zone (Kolli and *al.*, 1999), associated with hydrothermal phenomena related to extensional tectonic during the Miocene.

Keywords - Merouana - Upper Aptian - Fluid inclusions -Fractures.

HISTORIQUE

Le gisement de Merouana fut découvert pour la première fois en 1899 par la Société des Mines d'Akharès (Constantine) qui déclara sa concession en 1907. L'exploitation a duré jusqu'en 1913, après l'extraction de 6519 tonnes de calamine calcinée. À partir de 1925, les travaux d'exploitation ont repris jusqu'en 1928 avec une production de 1447 tonnes de sphalérite et 146 tonnes de calamine, soit un total de 8112 tonnes du minerai de Zn produit par le gisement. En 1950, d'autres travaux de prospection effectués par le Bureau de Recherche Minière de l'Algérie (BRMA), ont conduit à l'extraction de 250 tonnes de minerai avec une teneur de 8,5% en Zn. En 1967, La Société Nationale de Recherches Minières (SONAREM) a entrepris un programme d'évaluation des

perspectives du gisement. Les teneurs en Zn ont été évaluées entre 0,35% et 23,15% à Boukendouch.

I. INTRODUCTION

Le gisement à Zn-Pb de Merouana se situe à 5 km au sud de la ville de Merouana et à 45 km au NO de Batna. Il est encaissé dans les séries carbonatées, sur le flanc nord d'une structure anticlinale à cœur jurassique de direction NE-SO. Il représente une variante des gisements du type Mississippi Valley «MVT», dont les minéralisations sont épigénétiques.

Ce gisement a fait l'objet de rares études géologiques et métallogéniques. Les études faites sur les gisements des régions voisines sont celles de

LES MINÉRALISATIONS À Zn-Pb DE MEROUANA (MONTS DE BELEZMA, N-E DE L'ALGÉRIE) :
CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET APPORT DE L'ÉTUDE DES INCLUSIONS FLUIDES

Benzerga (1974), Henni (1984), Khaldi (1987), Touahri (1987), Boutaleb (2001), Praire-Akrour (1991), Bouzenoune (1993), Haddouche (2010) et Sami (2011).

Les minéralisations étudiées sont encaissées dans la barre dolomitique de l'Aptien supérieur, sous forme de remplissage de fissures de directions diverses (NO-SE, E-O et NE-SO). Les minéraux sulfurés sont essentiellement représentés par la sphalérite, la galène, la pyrite et la chalcoppyrite, associées à de la dolomite blanche.

L'objectif de cette étude est de cerner les conditions géologiques favorables à la minéralisation

et de donner des précisions sur la morphologie des corps minéralisés et les textures des minéraux. En outre, l'étude minéralogique et microthermométrique apporte de nouvelles idées sur les conditions de mise en place de la minéralisation.

2. CADRE GÉOLOGIQUE

Le secteur de Merouana fait partie du domaine plissé de l'avant-pays atlasique. Il est limité dans sa partie septentrionale par le massif de Mestaoua, qui correspond à l'allochtone sud-sétifien, défini par Vila (1980) et dans sa partie méridionale par les Monts de Batna (fig. 1).

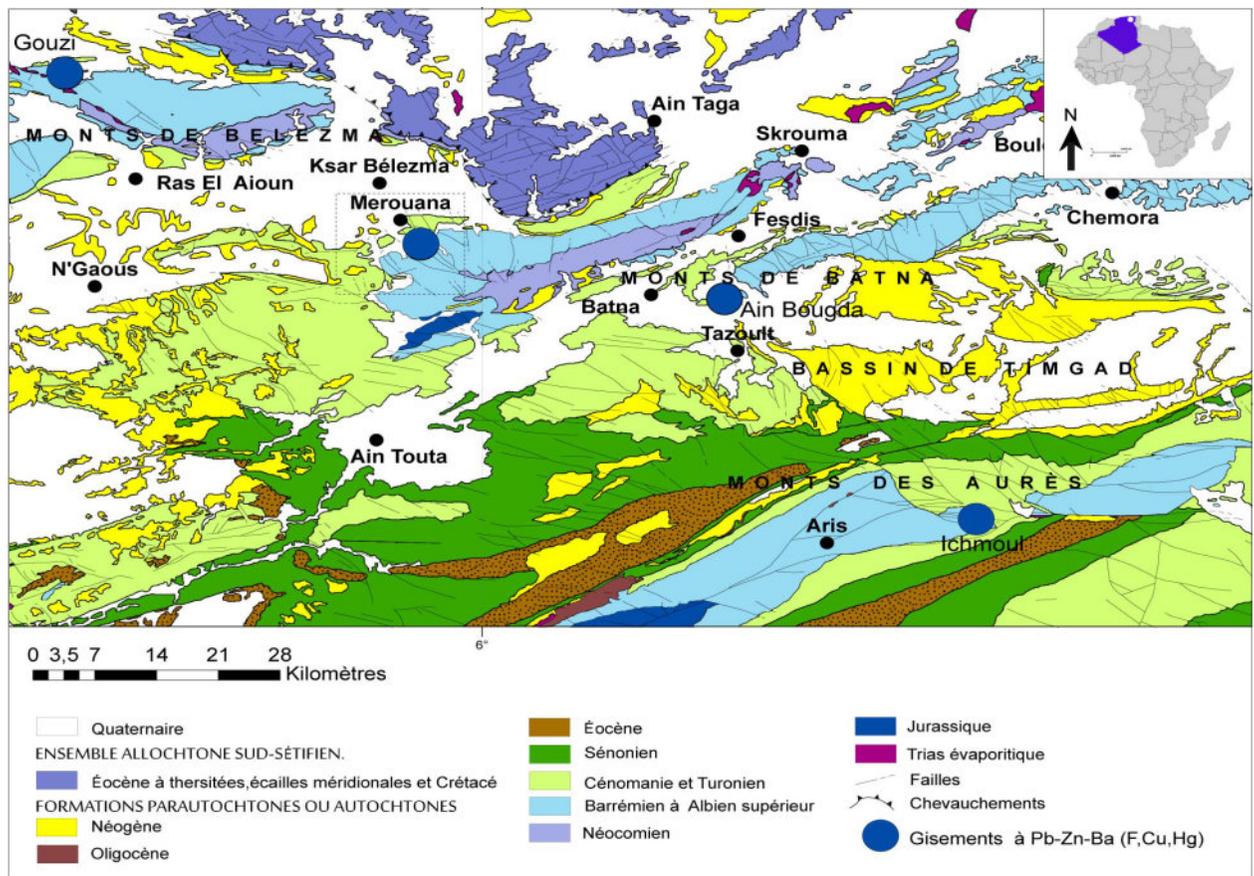


Fig. 1- Carte géologique de Merouana et des régions voisines (Vila, 1980 modifiée)
Geological map of Merouana and surrounding regions (Vila, 1980 modified)

Les principales séries stratigraphiques du secteur d'étude sont attribuées au Crétacé inférieur, comprenant essentiellement l'Hauterivien, le Barrémien, l'Aptien (en série monoclinale) et l'Albien. L'Hauterivien est représenté par des dolomies grises massives avec des intercalations peu puissantes de calcaires, de marnes et de grès. Le Barrémien est composé principalement des argiles bariolées, des grès et de calcaires à Orbitolines.

Les formations aptiennes sont caractérisées par un ensemble marno-calcaire au Djebel Boukendouch. Au niveau du Djebel Tizourit et Djebel M'hasseur, elles sont plutôt marno-gréseuses et carbonatées. L'Aptien inférieur montre d'abord, une combe marneuse de 5 à 6 m, surmontée par des alternances marno-calcaires à passées dolomitiques. Microscopiquement, il s'agit de calcarénites avec une fraction gréseuse, riche en bioclastes, en Lamellibranches, en Miliolites et en Cunéolines. L'Aptien supérieur, bien visible au Djebel Tissoures et au Djebel Boukendouch, montre un passage latéral de la série calcaire du djebel M'hasseur sud vers les dolomies du djebel M'hasseur nord. La série complète débute par un banc d'environ 2 à 5 m d'épaisseur de calcaires à petites huitres et nombreuses orbitolines, surmonté par une barre dolomitique d'une vingtaine de mètres, minéralisée en Pb-Zn. À l'échelle régionale dans le Hodna, le sud sétifien et le Constantinois, plusieurs indices à Pb-Zn sont portés par cette barre aptienne, attribuée au Bédoulien sensu stricto gargasien (Guiraud, 1973). Il s'agit d'une dolomie massive à patine brune, cristalline, à grain moyen et à nombreux fantômes de bioclastes (rudistes et gastéropodes), épigénisés par une dolomite blanche. De nombreux filonets de calcite, généralement minéralisés en sphalérite recoupe ce banc dolomitique. Celui-ci, présente généralement une surface cariée due aux phénomènes de dissolution, liés à une émergence en relation avec une phase régressive. Au microscope, cette dolomie est sparitique à cristaux automorphes et xénomorphes recoupée par des stylolites, remplis de matière ferrugineuse, limitant généralement la dolomite automorphe zonée.

D'un point de vue structural, l'ensemble carbonaté du Crétacé inférieur, constitue le flanc nord de l'anticlinal du Belezma de direction atlasique (NE-SO). Cet ensemble plissé au cours de la phase atlasique post éocène est affecté par de nombreux accidents de direction essentiellement NO-SE, E-O et NE-SO (OSO-ESE), subparallèle à l'axe de l'anticlinal du Belezma. Les accidents NW-SE sont les plus répandus dans cette région et sont marqués par des décrochements à composante dextre (fig. 2).

3. MINÉRALISATIONS

Les minéralisations de Merouana sont encasées dans la barre dolomitique de l'Aptien supérieur, sous forme de remplissage de fissures de directions diverses (NO-SE, E-O et NE-SO). À l'affleurement, ces fissures d'extension centimétrique à décimétrique sont remplies de sphalérite, associée parfois à de la smithsonite. Dans certains indices (Teniet Tefrent), les fissures minéralisées sont parallèles à la stratification et donnent un aspect rubané à la dolomie.

Le gîte de Boukendouch est localisé à 600 m de la rive droite de l'oued Merouana (fig.3). La minéralisation est liée à un accident de direction NO-SE, dans lequel les dolomites sont fissurées et bréchifiées. Cette minéralisation se manifeste également vers le sud à 500 m environ, au niveau d'une galerie intensément exploitée. La puissance de cette zone minéralisée varie de 25 à 30 m.

Sur la rive gauche de l'oued Merouana, le gîte de Tizourit montre des filons étroits et allongés formés par des zones de fracturation de direction NO-SE, très riches en sphalérite. Ces filons minéralisés s'étendent sur environ 700 m de long, avec une épaisseur moyenne de 2 m.

3.1. Textures du minerai

Les textures des minerais sont très variables. Elles montrent essentiellement des textures veinulées

LES MINÉRALISATIONS À Zn-Pb DE MEROUANA (MONTS DE BELEZMA, N-E DE L'ALGÉRIE) :
CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET APPORT DE L'ÉTUDE DES INCLUSIONS FLUIDES

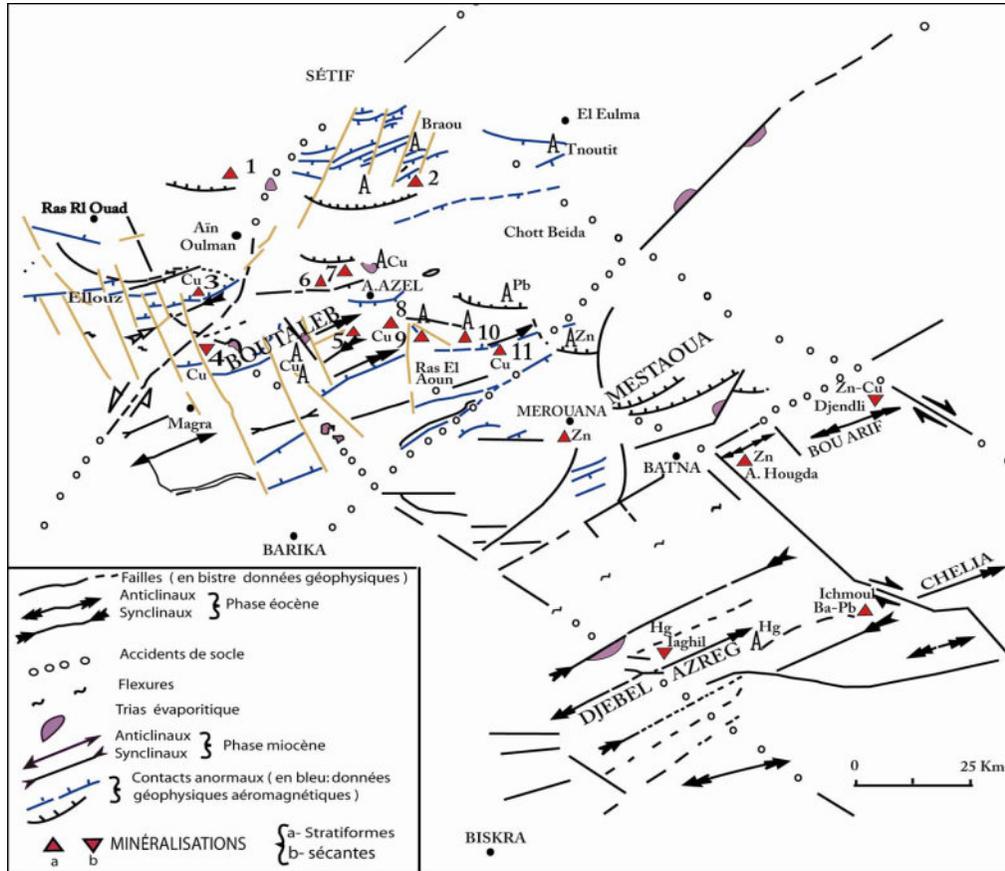


Fig. 2 - Cadre structural du Hodna-Aurès (Guiraud, 1973, modifiée)
Structural setting of the Hodna-Aures (Guiraud, 1973, modified)

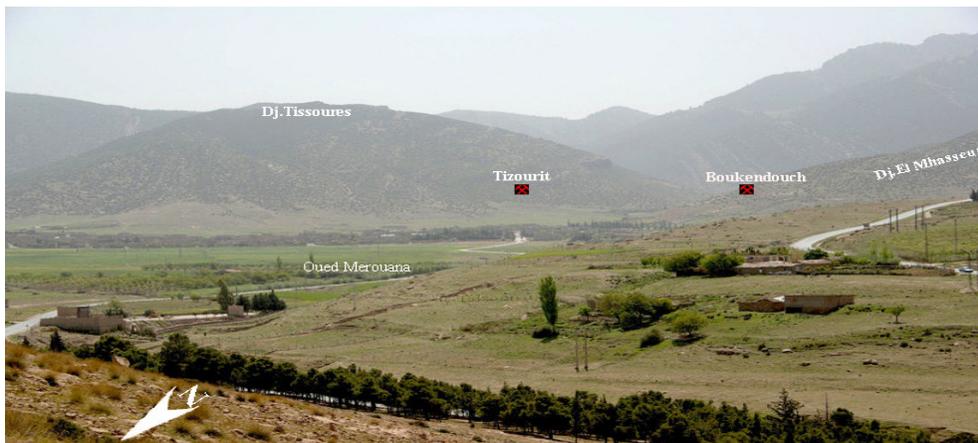


Fig. 3 - Photo montrant une vue générale de la région du Merouana
Photography showing an overview of the Merouana region

(fig. 4a), disséminées (fig. 4b), bréchiques et rubanées (fig. 4c). Les textures veinulées se manifestent par remplissage, d'extension métrique ou centimétrique avec de la sphalérite ou la dolomite sparitique blanche, accompagnée de pyrite. Dans les textures disséminées, la minéralisation se traduit par la dispersion ponctuelle ou sporadique de la sphalérite dans la masse dolomitique grise ou blanche. La taille des cristaux de sphalérite varie de 0,1 à 5 mm, souvent associée à des cristaux cubiques de galène, pouvant atteindre 1 cm de taille. Les textures bréchiques semblent être le résultat d'une fracturation tardive. Elles montrent souvent des cristaux de sphalérite «cataclasée», recoupés parfois, par de la calcite blanche. Les textures rubanées se caractérisent généralement par une succession rythmée de dolomite, associée à des cristaux millimétriques à centimétriques de sphalérite.

3.2. Étude microscopique des minéralisations

Les minéralisations de Merouana montrent une paragenèse principalement constituée de sphalérite, galène et pyrite. Ces minéraux s'associent souvent à de la dolomite, de la calcite, du quartz et à des produits d'oxydation et cimentation se-

condaires tels que la smithsonite, l'hématite et la covellite.

La sphalérite représente le sulfure le plus fréquent dans tout le gisement (fig. 5). Elle présente des couleurs variables verte, rouge et brune à miel-leuse. L'étude microscopique révèle des plages de sphalérite, sous formes de cristaux millimétriques automorphes à subautomorphes, avec des structures, en zones de croissance qui attestent d'une sur-saturation en H_2S . Les clivages de ces sphalérites sont souvent soulignés par un début d'altération en smithsonite. On note souvent des inclusions de dolomites rhomboédriques, ou bien à la périphérie des cristaux de sphalérites, ce qui atteste de leur antériorité.

La galène est moins abondante que la sphalérite. Macroscopiquement, elle est disséminée dans la gangue sous forme de petits cristaux cubiques ou bien massive à contours irréguliers (fig. 6). Au microscope, elle se présente généralement sous forme de grandes plages xénomorphes, ou en cristaux automorphes à subautomorphes de dimensions millimétriques à centimétriques, associée souvent à des rhomboèdres de dolomite. Elle se présente en remplissage d'espaces vides et de joints stylolithiques.

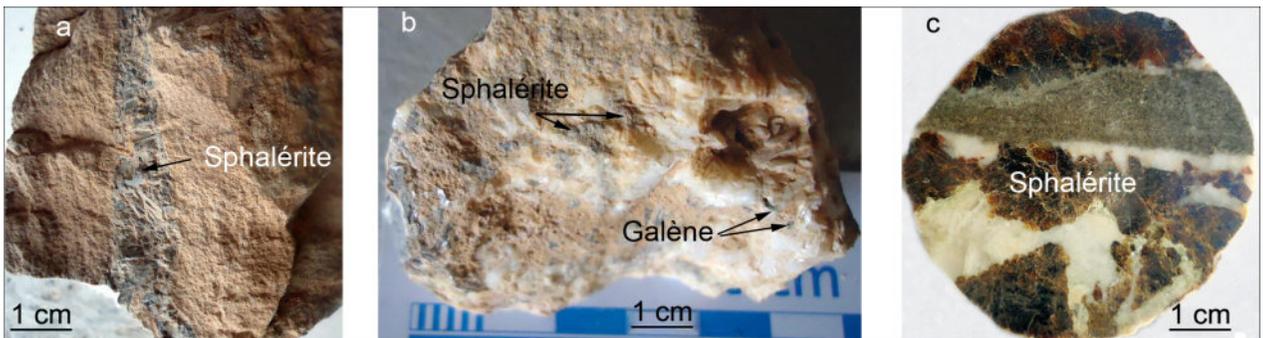


Fig. 4 - Exemple de quelques textures de minerais du gisement de Merouana

Example of some textures of ores from Merouana deposit

- (a) Veinule centimétrique à remplissage de sphalérite (***Centimetric vein with sphaleritic infilling***)
- (b) Dissémination de sphalérite et de galène dans la masse dolomitique (***Sphalerite and galene dissemination in dolomitic mass***)
- (c) Succession rythmée de sphalérite et de dolomite (***Sphalerite and dolomite rhythmic succession***)

LES MINÉRALISATIONS À Zn-Pb DE MEROUANA (MONTS DE BELEZMA, N-E DE L'ALGÉRIE) :
CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET APPORT DE L'ÉTUDE DES INCLUSIONS FLUIDES

La pyrite est peu abondante. Elle est invisible macroscopiquement. Elle s'observe en section polie, sous forme de dissémination de 50 μ m environ, dans le sédiment original ou en inclusions dans les cristaux de sphalérite.

Les minéraux de gangue sont représentés essentiellement par la dolomite, la calcite et le quartz. La dolomite constitue le minéral de gangue le plus répandu. Elle montre plusieurs générations avec une taille qui varie de 100 à 800 μ m. Elle précède le dépôt des sulfures et forme leur encaissant immédiat. La calcite associée au minerai, est moins

abondante que la dolomite. Elle se présente généralement, sous forme de grandes plages ou bien en cristaux subautomorphes à automorphes, en remplissage de petites veinules centimétriques à décimétriques affectant la dolomite. Dans certaines lames minces, on note la présence de la calcite de dédolomitisation, remplaçant les dolomites à grain moyen et les dolomites rhomboédriques.

Il existe une silicification qui est antérieure à la dolomitisation et qui s'exprime sous forme de quartz. Les cristaux de quartz sont prismatiques et apparaissent comme de néoformation probablement

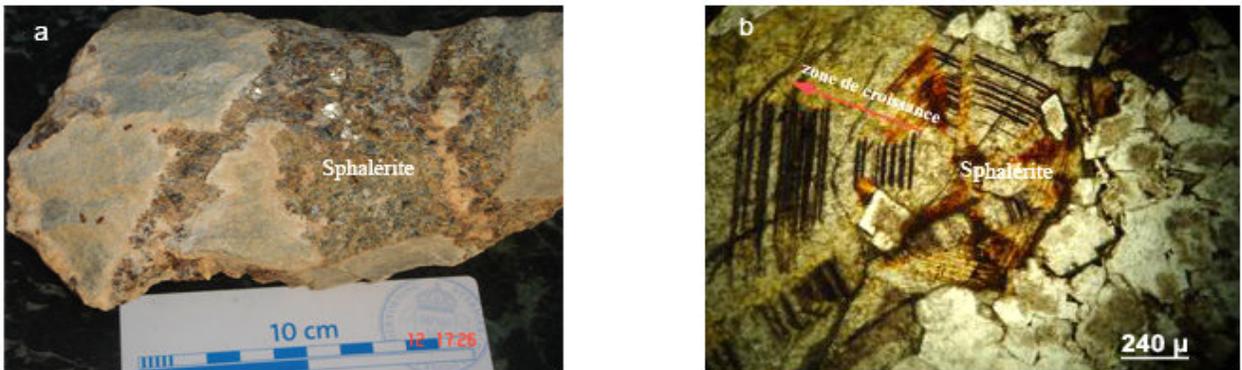


Fig. 5 - Aspects macroscopique (a) et microscopique (b) de la sphalérite.

Sphalerite macroscopic (a) and microscopic aspects (b).

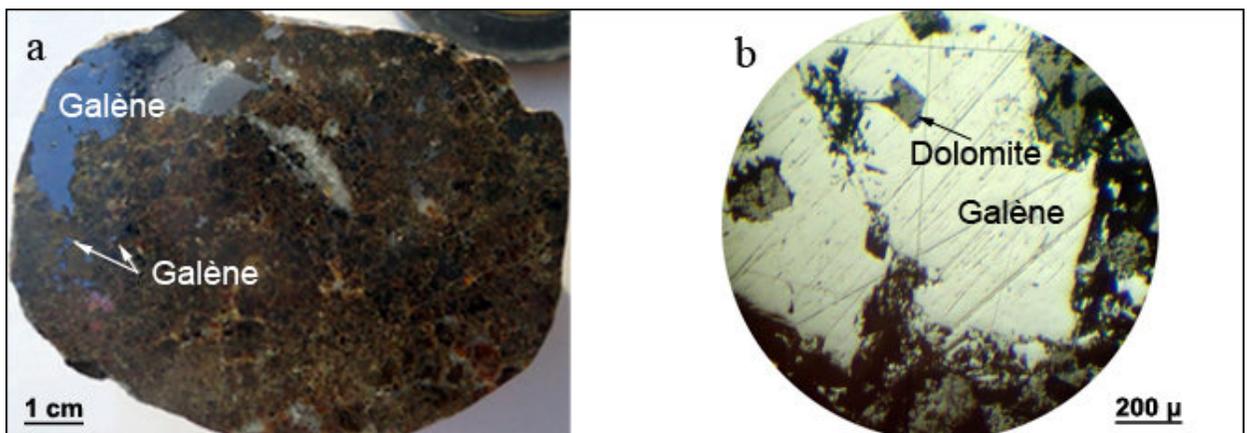


Fig. 6 - Aspects macroscopique (a) et microscopique (b) de la galène.

Galena macroscopic (a) and microscopic (b) aspects.

diagénétique. Le quartz est généralement inclus dans la dolomite et parfois dans les cristaux de sphalérite.

Ces observations microscopiques de la minéralisation permettent de proposer la succession paragénétique suivante (tabl. I).

4. ÉTUDE MICROTHERMOMÉTRIQUE

L'étude des inclusions fluides a été réalisée sur les paléo-fluides, emprisonnés dans les minéraux transparents de la sphalérite et des dolomites « baroques ».

Les inclusions fluides observées dans les sphalérites jaunes à rougeâtres du gîte de Merouana ont des formes généralement géométriques (plates), prismatiques ou lenticulaires. Leurs tailles varient de 20 à 50 microns. Ces inclusions sont aqueuses et biphasées avec des degrés de remplissage compris entre 0,8 et 0,9. Leurs formes suggèrent des inclusions primaires ou pseudo-secondaires (fig.7).

Les eutectiques mesurés sont de -35 à -53 °C avec un mode autour de -52 , ce qui correspond à un système à $H_2O-NaCl-CaCl_2$ (Vanko et al., 1988; Crawford, 1981; Chi et Ni, 2007). Les températures de fusion de l'hydrohalite (Tfhh) sont de -22

Tableau I - Succession paragénétique des minéralisations du Merouana
Paragenetic succession of the Merouana mineralizations

	Diagénétique		Epigénétique		Supergène
Quartz	<u>Qtz</u>				
Calcite					<u>Cal</u>
Dolomite	<u>D.I</u>		<u>D.III</u>	<u>D.IV</u>	
Pyrite	<u>Py</u>				
Chalcopryrite			<u>Chl</u>		
Sphalérite			<u>Sp</u>		<u>Sp zoné</u>
Galène			<u>Gl</u>		<u>Gl</u>
Covellite					<u>Cov</u>
Smithsonite					<u>Smi</u>
Hématite					<u>Hém</u>

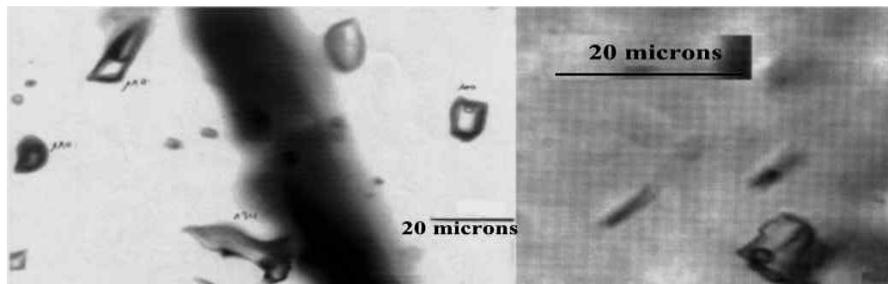


Fig. 7 - Inclusions fluides aqueuses biphasées dans la sphalérite de Merouana.
Aqueous biphasic fluid inclusions in the Merouana sphalerite.

LES MINÉRALISATIONS À Zn-Pb DE MEROUANA (MONTS DE BELEZMA, N-E DE L'ALGÉRIE) :
CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET APPORT DE L'ÉTUDE DES INCLUSIONS FLUIDES

à $-31\text{ }^{\circ}\text{C}$ et les températures de fusion de la glace (Tfg) sont comprises entre -12 et $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ (fig. 8) avec un maximum de valeurs autour de -16 à $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (fig. 9).

Les proportions en NaCl varient de 3,72 à 13,02 % et ceux de CaCl_2 sont de 6,2 à 14,07%. Les salinités calculées varient de 15,80 à 20,78 % éq. poids NaCl, avec un maximum pour les valeurs proches de 17 à 18 % éq. poids NaCl. Les températures d'homogénéisation (Th) calculées sont essentiellement comprises entre 90 à 130 $^{\circ}\text{C}$ (fig. 10). On note des valeurs de moindre importance entre 160 et 300 $^{\circ}\text{C}$.

Les inclusions fluides de la dolomite « baroques » associées à la sphalérite jaune-orange à rougeâtre de Merouana sont très nettes. Elles ont des formes subautomorphes à automorphes, rarement lenticulaires ou plates. Leurs degrés de remplissage sont de 0,8 à 0,9. Elles sont caractérisées par la présence d'une bulle de vapeur au sein de la cavité à remplissage aqueux. La taille des inclusions est comprise entre 10 à 20 μm .

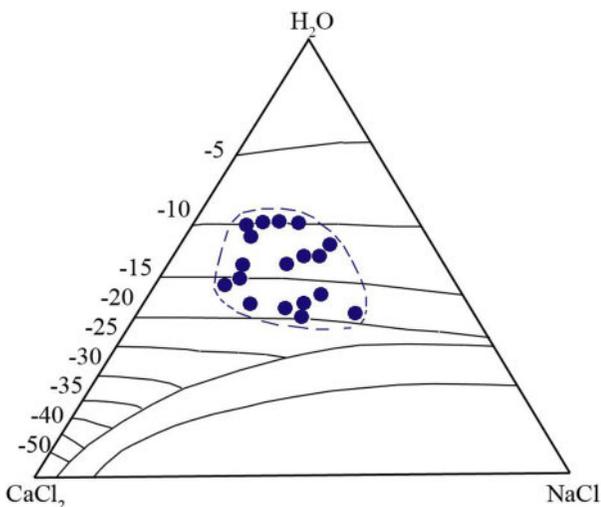


Fig. 8 - Projection des Tfh et Tfg des inclusions fluides primaires de la sphalérite sur le diagramme ternaire (H_2O - NaCl - CaCl_2). Vanko et al. (1988)

Tfh and Tfg primary fluid inclusions projection of the sphalerite on the ternary diagram (H_2O - NaCl - CaCl_2) Vanko and al. (1988).

Les températures eutectiques varient entre -49 et $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les températures de fusion des hydrates de sels (dans le système H_2O - NaCl - CaCl_2) sont comprises entre -21 et $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les températures de fusion de la glace (Tfg) varient de -12 à $-19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les proportions de NaCl vont de 5,58 à 14,26 % et les valeurs de CaCl_2 sont de 5,89 à 14,57 % (fig.11).

Les salinités calculées sont comprises entre 14,00 et 20,97 avec un maximum aux environs de 19 % éq. en poids NaCl. Les bulles de vapeur de ces inclusions homogénéisent à des températures comprises entre 90 et 290 $^{\circ}\text{C}$.

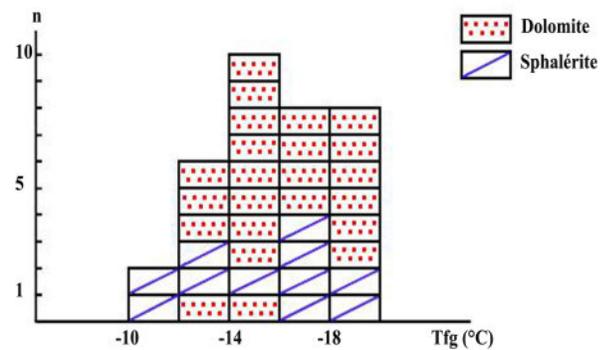


Fig. 9 - Histogramme des températures de fusion de la glace (Tfg) des inclusions fluides piégées dans la sphalérite et la dolomite « baroque »

Ice melting temperatures (Tfg) Histogram for the fluid inclusions of sphalerite and «saddle» dolomite

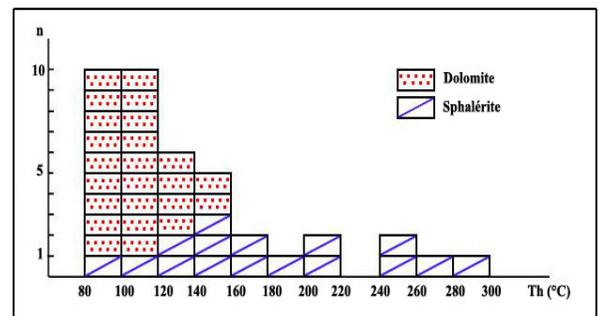


Fig. 10 - Histogramme des températures d'homogénéisation (Th) des inclusions fluides piégées dans la sphalérite et la dolomite « baroque »

Homogenization temperature (Th) histogram of fluid inclusions for sphalerite and «saddle» dolomite

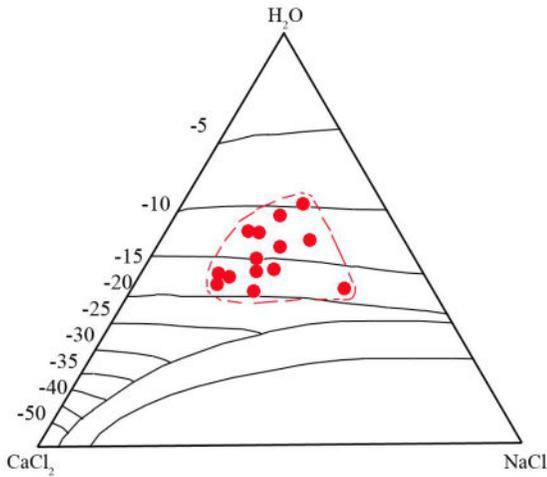


Fig. 11 - Projection des valeurs des Tfh et Tfg des inclusions fluides piégées dans les dolomites « baroques » sur le diagramme ternaire ($H_2O-NaCl-CaCl_2$)

Projection of the entrapped fluid inclusions Tfh and Tfg in the «saddle» dolomite on the ternary diagram ($H_2O-NaCl-CaCl_2$)

Les résultats microthermométriques montrent des variations de salinité en fonction des températures d'homogénéisation différentes pour les sphalérites et les dolomites « baroques » de Merouana (fig. 12). Ces données, traduisent probablement des conditions de piégeage particulières à chaque minéral.

La sphalérite est probablement due à la circulation d'un fluide plus chaud mais avec à peu près les mêmes salinités, alors que la dolomite «baroque» tardive (post minérale) est issue d'un fluide moins chaud. Ceci laisse suggérer une dilution ou l'arrivée d'un fluide tardif moins chaud et moins salé responsable de la mise en place de la dolomite «baroque». Le fait de constater pratiquement un chimisme similaire, laisse également supposer une chute de température qui implique un refroidissement du fluide minéralisateur, après le dépôt de la sphalérite. À cet effet, il serait nécessaire de déterminer la densité du fluide et la pression de pié-

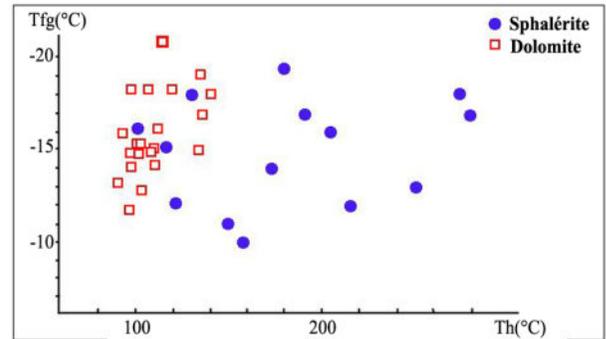


Fig. 12 - Histogramme Th/Tfg des inclusions fluides piégées dans la sphalérite et la dolomite «baroque»

Th/Tfg histogram of fluid inclusions for sphalerite and «saddle» dolomite

geage, afin de déduire la vitesse de l'écoulement du fluide qui s'achemine à travers les fractures.

6. CONCLUSION

Les minéralisations à Zn (Pb) de Merouana sont encaissées dans les formations carbonatées de l'Ap-tien supérieur. L'étude pétrographique, montre l'association minérale suivante: sphalérite, galène et pyrite. Ces minéralisations semblent être contrôlées par des fractures de direction essentiellement NO-SE, E-O et NE-SO, qui auraient joué le rôle de drain pour les fluides minéralisateurs.

Les résultats microthermométriques obtenus dans les sphalérites et dans les dolomites «baroques» de Merouana montrent des températures d'homogénéisation et des salinités légèrement différentes. Ceci, laisse suggérer une dilution ou l'arrivée d'un fluide tardif moins chaud et moins salé qui a permis le dépôt de la dolomite « baroque » et de la galène. En outre, le fait que les données sur les salinités soient à peu près les mêmes, on peut supposer, une chute de température qui implique un refroidissement du fluide minéralisateur, après le dépôt de la sphalérite. À cet effet, il serait nécessaire de déterminer la densité et la pression des phases fluides, afin de déduire sa vitesse d'écoulement à travers les fractures qui contrôlent la minéralisation.

LES MINÉRALISATIONS À Zn-Pb DE MEROUANA (MONTS DE BELEZMA, N-E DE L'ALGÉRIE) :
CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET APPORT DE L'ÉTUDE DES INCLUSIONS FLUIDES

Bien qu'il y ait des écarts minimes des données microthermométriques d'un gîte à un autre, ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans les gîtes des régions voisines (Sétifien-Hodna, Monts des Aurès et zone des diapirs). Les fluides minéralisateurs sont relativement chauds, salés et riches en Na, Ca et Mg. Les températures d'homogénéisation (Th) des inclusions fluides des phases minérales varient de 80 à 250°C. Ces températures sont nettement plus élevées que celles qui seraient produites au cours d'un simple enfouissement sédimentaire lors de la diagenèse et se rangent dans le type des gisements associés aux fluides de bassin.

BIBLIOGRAPHIE

- BENZERGA, M. 1974.** Première contribution à l'étude géologique et métallogénique des chaînons intermédiaires, Sud sétifien (Algérie). *Thèse 3^{ème} Cycle. Univ. Nancy*, 312 p.
- BOUTALEB, A. 1993.** Métallogénie des gîtes à Pb-Zn-Ba du Sétifien-Hodna-Aures. In: Proceedings of Workshop MVT (Mississippi Valley Type) Deposits in Europe and North Africa, comparisons with North American Deposits, constraints on modeling paleocirculations, *Université Pierre et Marie Curie, Paris, France*, pp. 203-210.
- BOUTALEB, A. 2001.** Les minéralisations Pb-Zn du domaine Sétifien-Hodna : gîtologie, pétrographie des dolomies, microthermométrie et implications métallogéniques. *Thèse. Doct. d'État, USTHB, Alger. Algérie*, 350 p.
- BOUTALEB, A., AÏSSA, D.-E. ET TOUAHRI, B. 1999.** Les gîtes plombo-zincifères du Hodna : minéralisations comparables au type «Vallée du Mississippi». *Bull. Serv. Géol. Algérie*, vol. 10, n°1, 6 figs., 2 tabl., pp. 55-71.
- BOUTALEB, A., AFALFIZ, A., AÏSSA, D.-E., KOLLI, O., MARIIGNAC, CH. ET TOUAHRI, B. 2000.** Métallogénie et évolution géodynamique de la chaîne tellienne en Algérie. *Bull. Serv. Géol. Algérie*, vol. 11, n°1, 7 figs., 2 pl, pp. 3-27.
- BOUZENOUNE, A. 1993.** Minéralisations péridiapiriques de l'Aptien calcaire: les carbonates de fer du gisement hématitique de l'Ouenza (Algérie orientale). *Thèse Doctorat, Univ. Paris VI*, 206 p.
- CRAWFORD, M.-L. 1981.** Phase equilibria in aqueous fluid inclusions *Mineral. Assoc. Canada Short Course Handbook*, 6. pp. 75-100.
- CHI, GX. AND NI, P. 2007.** Equation for calculation of NaCl/(NaCl+CaCl₂) ratios and salinities from hydrohalite-melting and ice – melting temperatures in the H₂O-NaCl-CaCl₂ system. *Acta Petrologica-Sinica*, vol. 23, pp. 33-37.
- GUIRAUD, R. 1973.** Évolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Thèse Es. Sc., Univ. Nice*, 114 figs. 12 pl.h.t., 270 p.
- HADDOUCHE, O. 2010.** Les minéralisations à Ba, Pb-Zn, Cu, Hg liées au segment NE du Djebel Azreg-Djebel Khenchela (NE de l'Algérie) : géologie, gîtologie et apport de l'étude des inclusions fluides. *Thèse de Doctorat en Géologie, FSTGAT/USTHB*, 175 p.
- HADDOUCHE, O., BOUTALEB, A., HEBERT, R., PICARD, D. ET SAMI, L. 2004.** Les minéralisations à Pb-Zn, Fe, Ba (Sr) d'El Ouasta (Algérie Nord oriental) : typologie et apport des études d'inclusions fluides. *Bull. Serv. Géol. Algérie*, vol.15, n°2, 14 figs., 2 tabl., pp. 87-105.
- HADDOUCHE, O., HEBERT, R. ET BOUTALEB, A. 2010.** Géologie, gîtologie et microthermométrie des minéralisations à Pb-Zn (Zn-Cu) liées au segment NE du Djebel Azreg-Djebel Khenchela (Monts des Aurès) : exemple des gisements d'Ichmoul et Aïn Mimoun. *Bull. Serv. Géol. Nat.*, vol. 21, n°2, pp. 165-182.
- HENNI, A. 1984.** La minéralogie, les particularités géochimiques et la genèse du gisement de Kherzet Youcef. *Résumé de Thèse de 3^{ème} Cycle. Univ. Leningrad, URSS*, 174 p.
- KHALDI, A. 1987.** Le gisement de Kherzet Youcef : une minéralisation à Pb-Zn-Fe- (Ba) stratiforme dans le membre médian marno-carbonaté du Barrémien de la région de Aïn Azel (Hodna, Algérie). *Thèse. Doct. 3^{ème} Cycle, ENSG Nancy*, 439 p.

- KOLLI, O., SAUPÉ, P., MARIGNAC, C., CHEILLETZ, A. AND GASQUET, D. 1999.** The Ba-F-(Pb-Cu) vein-type and replacement ore deposits in the Western Djurdjura, Algeria : structural setting, fluid inclusions and sulphur isotopes. *Mineral Deposits : processing, Stanley et al. (eds). 1999 Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 068X.*
- PRAIRE-AKROUR, H. 1991.** Fluid inclusions of the F-Ba-Pb late paragenesis of the borders of the Ouenza, Mesloula, Hameimated Dahra diapirs (N-E Algeria). Transport and disposition of metal. *Balkema, Rotterdam*, pp. 219-222.
- SAMI, L. 2011.** Caractérisation géochimique des minéralisations à Pb-Zn, F, Ba, Cu, Fe et Hg des confins algéro-tunisiens. *Thèse. Doct. d'État, USTHB, Alger, Algérie*, 179 p.
- SAMI, L. AND KOLLI, O. 2003.** Ba, F, Pb, Zn mineralization in the neighborhood of Dj. Mesloula (Northeastern Algeria). *Mineral Exploration and Sustainable Development, Eliopoulos et al., (eds). Millpress, Rotterdam*, pp. 713-716.
- TOUAHRI, B. 1987.** Géochimie et métallogénie des minéralisations à Pb-Zn du Nord de l'Algérie. *Thèse Doct. d'État, Univ. P. et M. Curie, Paris VI*, vol. 1, 300 p.
- VANKO, D.-A., BODNAR, R. AND STERNER, S.-M. 1988.** Synthetic fluid inclusions. Vapor saturated Halit solubility in part of the system NaCl-CaCl₂-H₂O, with application to fluid inclusions from oceanic hydrothermal systems. *Geochim, Cosmochim. Acta*, 52, pp. 2451-2456.
- VILA, J.-M. 1980.** La chaîne alpine d'Algérie nord-orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse Doct. d'État Sciences Nat. Univ. P. et M. Curie, Paris VI*, 2 t., 7 pl. h. t., 40 pl.ph. h. t., 665 p.