

LES MINÉRALISATIONS À PB, ZN, (CU, BA et F) DE LA RÉGION DE KHERRATA (ATLAS TELLIEN, ALGÉRIE)

Djamel Eddine MAZARI* et**, Omar KOLLI** et Abdelhak BOUTALEB**

RÉSUMÉ

La région de Kherrata appartient au domaine externe tellien qui est caractérisé par un empilement de nappes. Elle est connue aussi sous le nom de zone Nord-sétifienne définie par Glaçon (1967). Les nappes telliennes y sont bien exprimées notamment, la nappe de Djemila qui constitue l'unité structurale essentielle de cette zone. Elle se subdivise en deux ensembles bien distincts :

- (i) un ensemble supérieur septentrional, qui forme une vaste écaille chevauchante à matériel dolomitique, calcaire, pélitique et marno-calcaire allant du Jurassique au Crétacé inférieur ;
- (ii) un ensemble inférieur méridional représenté essentiellement par des intercalations de marnes et de calcaires marneux rattachés au Sénonien et au Lutétien.

Les contacts entre les nappes sont souvent jalonnés par une semelle de roches tectonisées appartenant au Trias. Dans cette région, existent des minéralisations qui se manifestent sous forme d'indices peu importants et encaissés, pour l'essentiel, dans les calcaires marneux du Sénonien et dans les dolomies et calcaires du Lias. Elles montrent une allure filonienne ou en amas et se répartissent en plusieurs types : (i) en amas de cuivre gris et barytine dans des dolomies liasiques, (ii) en filonnets plombifères (galène), (iii) en filonnets zincifères (sphalérite) et (iv) en filonnets fluorés (fluorite). Toutes ces veines présentent une épaisseur centimétrique et une extension hectométrique.

Il existe une expression particulière d'une minéralisation fluorée au sein de gros blocs de dolomie emballés dans le Trias qui marque le contact entre la nappe de Draa el Arba au nord et la nappe de Djemila au sud. Cette minéralisation se présente sous forme de poches et de petites fractures remplies de fluorite et de calcite drusique.

La répartition de ces indices obéit, à la fois, à un contrôle lithologique, illustré par la répartition préférentielle des indices minéralisés dans deux niveaux lithostratigraphiques du Cré-

* École Normale Supérieure de Kouba, BP.92, Kouba, Alger. E-mail: mazaridjameleddine@gmail.com.
** Laboratoire de Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie, FSTGAT – USTHB, BP. 32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger 16111.

tacé supérieur et du Jurassique et, un contrôle structural défini par deux directions principales de failles: NE-SO et EO. Cette dernière est à remplissage plombifère uniquement (galène et calcite), alors que la direction NE-SO encaisse à la fois une minéralisation zincifère (sphalérite) et une minéralisation fluorée (fluorite). Ces minéralisations seraient d'âge miocène à tardi-miocène.

Mots-clés - Kherrata - Nappe de Djemila - Crétacé supérieur - Trias - Fluorite - Galène - Sphalérite.

PB-ZN-(CU-BA-F) MINERALIZATION IN THE KHERRATA AREA (TELLIAN ATLAS, ALGERIA)

Kherrata region is located in the central part of the external Tell, and known for its major tectonic events during the Alpine Orogeny. It belongs to the vast Northern Setifian domain (Glaçon, 1967) which is essentially represented by Mesozoic and Cenozoic sedimentary thrust sheets, The Djemila thrust sheet constitutes the main structural unit of the area and is locally divided into two large groups (Glaçon, 1967) : (i) a Northern set (called Baborian domain) which forms a large overlapping scales of limestone, dolostone, pelitic and marlstone limestone sediments from the Jurassic to the Early Cretaceous, (ii) a Southern set (so-called North-Setifian domain) represented, mainly, by Djemila's nappe sediments (marls and marly limestone) of the Upper Cretaceous and interspersed by, Djebel Hellel, Djebel Meghriss, Djebel Chenator, Djebel Lassel and Djebel Medjounes klippens. The stratigraphy of the area is represented by sedimentary sequences that extend from Triassic to Quaternary. The Triassic, clay-gypsum, that marks the contact of the nappes, is widespread in the area and represented by clays and gypsum breccias complex with metric blocks of limestone and dolostone.

Mineralizations in this area are mainly located in the Djemila sheet. So, two important districts can be distinguished from North to South: (i) the district of Djermouna represented, firstly, in the Cu-Ba showing of Amar Rhedou hosted by dolostone and dolomitic limestone of Jurassic, and secondly, in the fluorite showing of Bou Izem hosted by dolostone packed in Triassic sediments ; (ii) the districts of Djebel Takitount with Pb-Zn mineralization and Djebel Lassel with Pb-Zn-F mineralization. In These districts, three kinds of veinlets filled with mineralization are known, galena veinlets, sphalerite veinlets and fluorite veinlet. The veinlets centimetric thickness and hundred meters length, the mineralization cross out the limestones marly limestone of Upper Cretaceous show a lithological control.

The NE-SW and E-W are, admitted as two principal faults and directions defining a tectonic control for these mineralizations which are Miocene to Late Miocene. The geological environment, as well as the mineralogical and petrologic studies related to the mineralizations, are typical to those reported for MVT deposits.

Keywords - Kherrata - Djemila sheet - Upper Cretaceous - Triassic - Fluorite - Galena - Sphalerite.

I. INTRODUCTION

La région de Kherrata fait partie de la zone Nord-sétifienne qui est essentiellement un pays de nappes. Cette région est structurée en deux grands ensembles bien distincts :

- un ensemble septentrional caractérisé par des terrains calcaires et dolomitiques du Jurassique, qui constitue l'ossature méridionale du domaine baborien;
- un ensemble méridional à matériel marno-calcaire du Crétacé supérieur.

Ces deux ensembles encaissent des minéralisations, encore mal connues, à cuivre gris, barytine, fluorite, galène, sphalérite et célestine. Les minéralisations sulfurées sont essentiellement mono-métalliques et constituent le remplissage de petites fractures à direction bien marquée.

Ce travail consiste, essentiellement, à décrire les caractéristiques structurales du contexte géologique local ainsi que les caractéristiques pétrographiques et minéralogiques de ces concentrations minérales afin de mieux décrypter leur signification métallogénique. Ces indices et points minéralisés pourraient par la suite, trouver leur place dans le contexte métallogénique régional.

II. APERÇU GÉOLOGIQUE

La région de Kherrata appartient à un ensemble allochtone bien développé, formant l'une des unités géotectoniques principales de la chaîne tellienne externe.

Cette région est caractérisée par un empilement de nappes. Du sud vers le nord, on distingue la nappe numidienne, les nappes telliennes et le para- autochtone du Djebel Anini.

Les nappes telliennes montrent souvent des contacts jalonnés par des liserés de roches tectonisées appartenant au Trias. Elles sont représentées par la nappe de Béni Abdallah, la nappe de Draa el Arba et la nappe de Djemila (fig.1).

Cette dernière constitue la principale unité structurale de la région de Kherrata et se subdivise en deux ensembles bien distincts (Glaçon, 1967) :

- un ensemble septentrional (dit baborien) qui constitue une vaste écaille chevauchante à matériel dolomitique, calcaire, pélitique et marnocalcaire allant du Jurassique au Crétacé inférieur ;
- un ensemble méridional (dit nord sétifien) représenté essentiellement par des intercalations de marnes et de calcaire-marneux rapportés au Sénonien et au Lutétien (ORGM, 2002).

II. 1- Stratigraphie

La stratigraphie de la région a été établie à travers la compilation des résultats des observations sur le terrain (fig. 2) ainsi que par l'étude et l'interprétation des sondages de prospection (SO2-SO6) réalisés par l'ORGM en 2002, dans l'anticlinal de Takitount et SO3 réalisé près du village de Bou-Izem à Djermouna (fig. 3).

L'analyse des résultats des observations montre que les séries sédimentaires s'étendent du Trias au Quaternaire.

Le Trias argilo-gypseux est largement répandu dans la zone, notamment dans sa partie orientale. Il s'agit de complexes bréchiques constitués, essentiellement d'argiles et de gypses avec des blocs métriques de calcaires et de dolomies. Ces complexes triasiques apparaissent sous forme de corps lenticulaires allongés en petits amas ou en bancs, plus ou moins, importants qui jalonnent souvent, les contacts anormaux entre les différentes nappes. Ces corps triasiques discontinus montrent, parfois, des épaisseurs importantes et permettent dans certains endroits, l'ouverture de carrières pour l'exploitation de gypse.

Les sédiments du Jurassique sont peu répandus dans la région et sont représentés

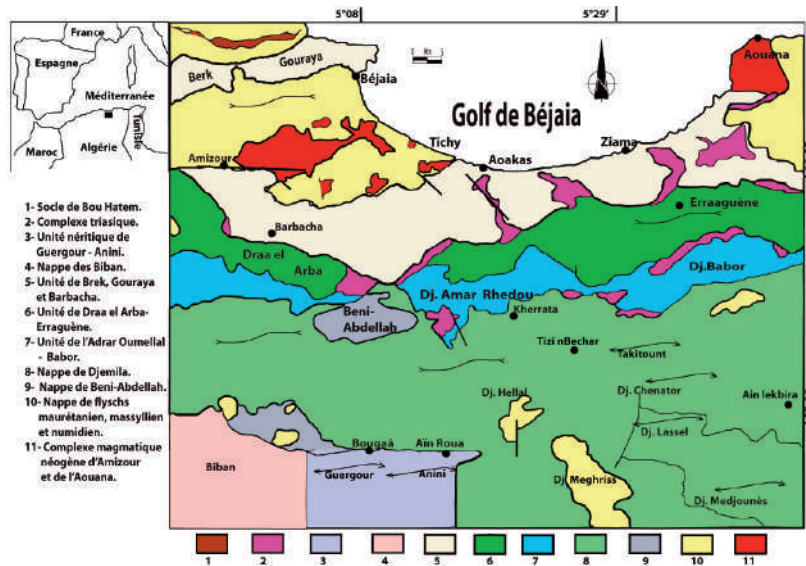


Fig. 1- Carte géologique des différentes unités structurales de la région de Kherrata (Kireche, 1993, modifiée).

Geological map of the different structural units in Kherrata area (Kireche, 1993, modified).

par : (i) des petits lambeaux de formations, essentiellement, carbonatées dans les écailles de Béni Ourtille; (ii) de grandes barres calcaro-dolomitiques du Djebel Babor, de Amar Rhedou et de l'Adrar Oumellal. Ces barres constituent les grands reliefs montagneux de la région.

Les terrains du Crétacé sont très répandus et constituent l'essentiel des affleurements dans la région. L'abondance des affleurements rattachés à cette période est valable, uniquement, pour les sédiments du Crétacé supérieur alors que les affleurements du Crétacé inférieur sont presque absents dans le secteur, leur existence se limite à quelques endroits seulement et avec une extension réduite.

Il s'agit de calcaires marneux à aspect schisteux à ammonites pyriteuses et de pélites grises schisteuses du Barrémo-Aptien qui affleurent au nord dans le voisinage du Djebel Babor.

Au sud-ouest, dans la région de Kherrata, le Crétacé inférieur est sous forme de pélites, grises ou noires schisteuses de l'Aptien dans la fenêtre du Djebel Hellel.

L'Albien est représenté par de gros bancs de calcaires gris à Orbitolines avec des intercalations marneuses et calcaro-marneuses.

Les sédiments du Crétacé supérieur, dont la plupart sont rapportés au Campanien et au Maastrichtien (ORGM, 1979), forment la majorité des terrains sédimentaires dans les nappes telliennes. Ces affleurements sont composés de petits bancs de marnes et de calcaires marneux riches en matière organique et qui deviennent de plus en plus épais au niveau du Djebel Lassel et du Djebel Medjounes.

Le Tertiaire s'exprime soit par des argiles et de marnes claires de l'Éocène moyen et supérieur qui affleurent à la base de la nappe numidienne à Djebel Meghriss, soit par des faciès carbonatés dominants dans les klippen à matériel éocène du Djebel Chenator.

Les sédiments du Quaternaire occupent des surfaces considérables dans la région et sont constitués par des alluvions actuels, qui se répartissent sur de grandes superficies de terres de type « sol brun » et des éboulis.

LES MINÉRALISATIONS À Pb, Zn, (Cu, Ba et F) DE LA RÉGION DE KHERRATA
(ATLAS TELLIEU, ALGÉRIE)

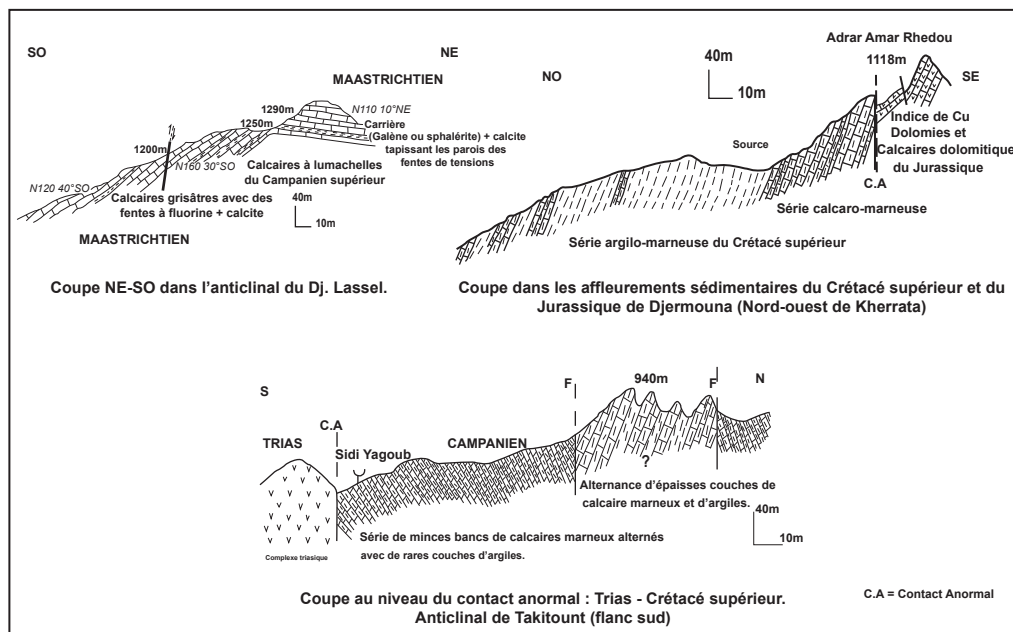


Fig. 2- Coupes dans les formations de la nappe de Djemila (région de Kherrata) (Mazari, 2005). Les datations données ont été établies par les géologues de l'ORGM (2002).
Cross-sections through the Djemila Sheet formations (Kherrata area) (Mazari, 2005). The formations dating was established by the ORGM geologists (2002).

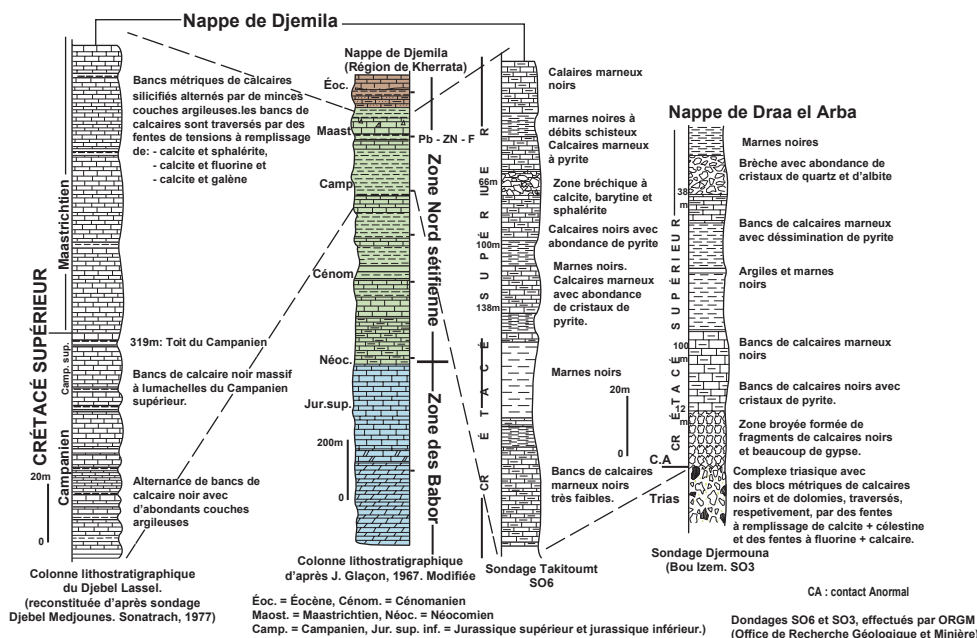


Fig. 3- Colonnes lithostratigraphiques de la nappe de Djemila et Draa el Arba (région de Kherrata) établies d'après les sondages (SO6 et SO3) effectués par l'ORGM en 2002 (Mazari, 2005). Comparaison avec la colonne établie par Glaçon (1967).

Lithostratigraphic columns of Djemila and Draa el Arba (Kherrata area) based on (SO6 and SO2) drillings made by ORGM, 2002 (Mazari, 2005). Comparison with Glaçon (1967) Column.

II. 2- Géologie des zones minéralisées

Localement, dans les zones minéralisées, les affleurements présentent quelques particularités, notamment dans l'aspect externe et dans les constituants sédimentaires.

Au nord, dans la zone des Babor (Adrar Amar Rhedou), les dolomies et les calcaires dolomitiques du Jurassique présentent un aspect «extrusif» et chevauchent les séries sédimentaires méridionales du Crétacé supérieur (fig. 4A).

L'étude microscopique des calcaires dolomitiques montre un faciès micritique et microsparitique, riche en faune, souvent mal conservée et difficilement reconnaissable.

Une partie de la série est représentée par un calcaire oolithique (pl. 1, ph. A) où les oolithes sont cimentées par de la calcite sparitique.

L'ensemble est recoupé par des fissures à remplissage de quartz drusique.

- Vers le sud-ouest, à Djermouna et, à proximité du village de Bou Izem, les argiles gypsifères du Trias affleurent sous forme de liserés lenticulaires contenant des blocs métriques de dolomies et de calcaires. Ces affleurements du Trias soulignent la limite entre la nappe de Djemila et la nappe de Draa el Arba (fig. 4 B).

- Dans l'anticlinal de Takitount, les bancs de calcaires marneux sont à débits schisteux et à boules. Au microscope, ils montrent un aspect micritique très abondant (pl 1, ph B et C) et renferment, en proportion variable, une microfaune assez diversifiée constituée de Foraminifères, de fragments d'Échinodermes, de débris d'Algues et d'Annélides.

- Ces affleurements reposent, par un contact anormal, sur les formations argilo-gypsifères du Trias, au niveau du cimetière Sidi Yagoub dans la localité de Tizi n'Bechar.

En plus de la tectonique souple, cet anticlinal est affecté par plusieurs failles normales de différentes directions dont la plus importante est la N100°E, qui est décalée, en plusieurs endroits, par une série de fractures sublongitudinales (N170°E).

L'intersection de ces failles forme, dans certains endroits, des zones de broyage où l'on observe la présence de disséminations de sulfures.

- Plus au sud, le Djebel Lassel affleure sous forme d'un anticlinal dissymétrique allongé dans la direction NO-SE et limité au NE et au SO par des failles normales de direction N140°E. Les deux flancs nord et sud de l'anticlinal du Djebel Lassel, sont constitués par une alternance de bancs métriques de calcaires silicifiés, à cassure conchoïdale et de rares et minces couches argileuses.

Cette série sédimentaire, du Crétacé supérieur, est affectée par une tectonique intense qui s'exprime par de nombreuses failles, normales et inverses, ainsi que par plusieurs fentes de tensions de différentes directions et à remplissage divers.

Au microscope, les calcaires présentent un aspect micritique riche en débris de Lamelli-branches et avec une abondante dissémination de cristaux de quartz (pl. 1, ph. D). Dans sa limite septentrionale, les formations sédimentaires du Crétacés supérieur sont en contact anormal avec les roches argilo-gypseuses du Trias qui soulignent aussi la limite structurale avec les terrains éocènes de la klippe du Djebel Chenator (fig. 5).

Une étude par diffraction aux rayons X a été réalisée sur des échantillons d'argiles

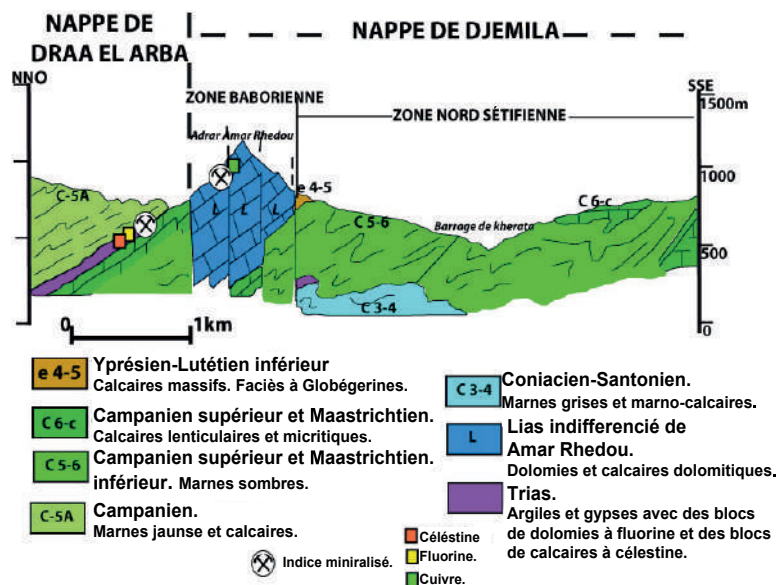


fig. 4A- Coupe géologique dans la zone de Djermouna. Coupe extraite de la carte géologique "Kherrata n°70" . (Sonatrach, 1977, modifiée).

Geological cross-section through Djermouna area. Extracted from the Kherrata geological map n°70. (Sonatrach, 1977, modified).

appartenant aux formations du Crétacé supérieur et prélevés dans les sondages (SO2, SO6 et SO3). Ces analyses ont révélé l'existence de kaolinite, d'illite, de montmorillonite et de chlorite. La kaolinite et l'illite sont très abondantes par rapport à la chlorite et à la montmorillonite. Les résultats, portés dans le tableau I, montrent que dans la région de Kherrata, les échantillons de la partie Nord-sétifienne (sondages SO2 et SO6) de la nappe de Djemila (Djebel Lassel anticlinal Takitount) contiennent un pourcentage en illite inférieur à celui de la kaolinite (70%).

Par contre, plus au nord (partie baborienne à Djermouna) (Sondage SO3) ce pourcentage en illite est très élevé (80%) par rapport à celui de la kaolinite (seulement 10%). La chlorite est aussi présente dans ces échantillons mais avec un faible pourcentage (10% à 25%).

Dans la zone baborienne, la faible proportion de la kaolinite pourrait être expliquée par une disparition de celle-ci, au profit de l'illite et de la chlorite, engendrée par des transformations minérales accompagnant un méta-

morphisme de faible degré (métamorphisme épizonal). Ce dernier, d'âge post-sénien est déjà connu dans les Babor occidentaux (Obert, 1981).

Le grand pourcentage de la kaolinite par rapport à l'illite, dans les échantillons de la zone Nord-sétifienne, témoigne de la faiblesse des effets de ce métamorphisme sur cette partie de la région.

L'existence de ce métamorphisme ainsi que son étendu ont été mis en évidence grâce à l'étude de l'évolution de la cristallinité de l'illite, bon indicateur de l'évolution métamorphique, mesurée suivant la méthode de Kübler (1968) (In: Blanc and Obert, 1979) sur des échantillons prélevés dans différents niveaux lithostratigraphiques des unités structurales qui constituent cette région (Obert, 1981; Kireche, 1993).

Les résultats obtenus ont permis, à ces auteurs, de caractériser un degré de métamorphisme décroissant allant du nord (unité Berk-Gouraya et Barbacha) vers le sud (for-

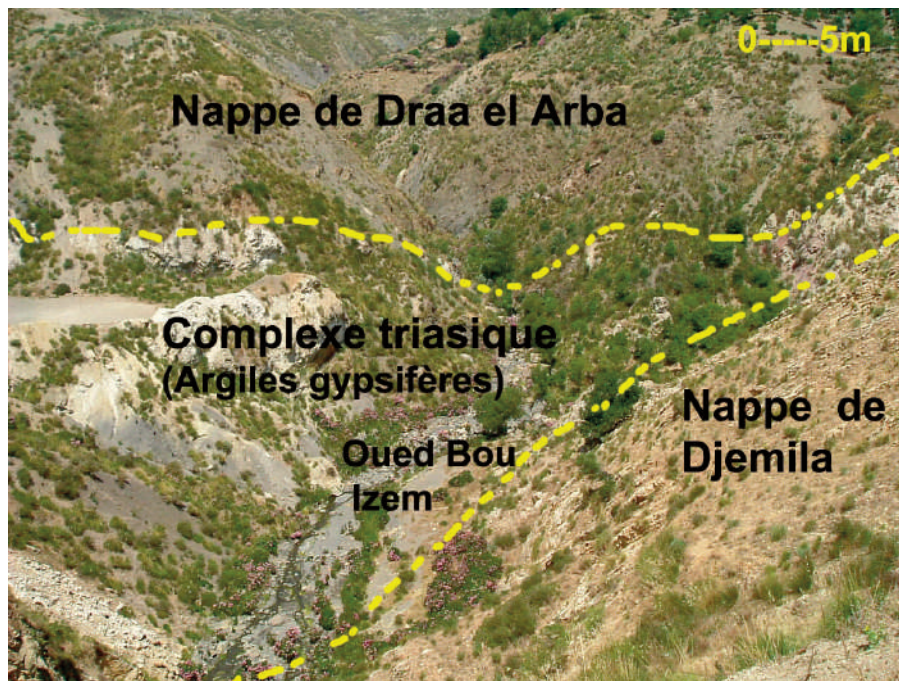


Fig. 4B- Photographie montrant la zone de contact entre la nappe de Draa el Arba et la nappe de Djemila au niveau d'Oued Bou Izem à Djermouna. Ce contact est constitué par les formations du complexe triasique.

Photography showing the Triassic complex formations underlying the contact between Draa el Arba and Djemila thrust sheets at Bou Izem Wadi (Djermouna).

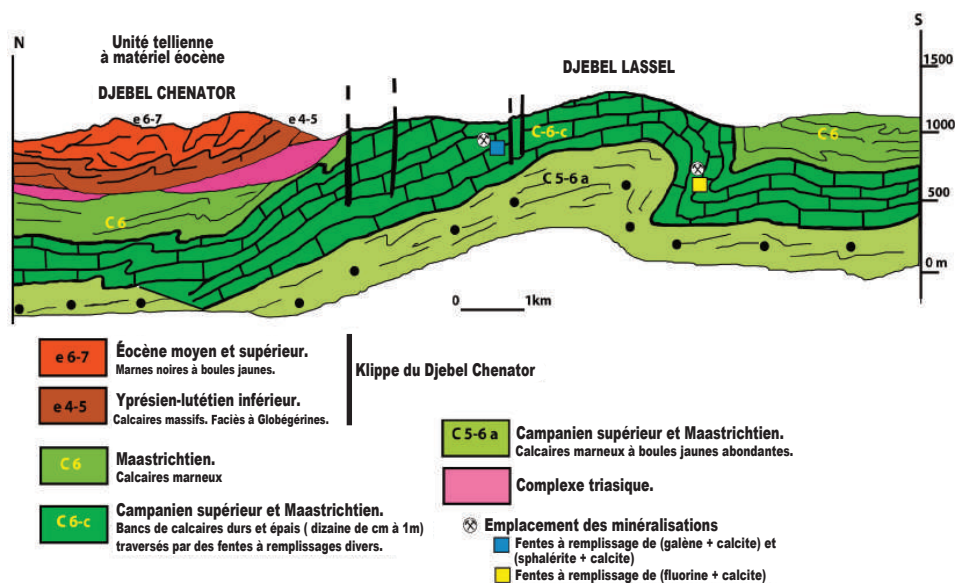
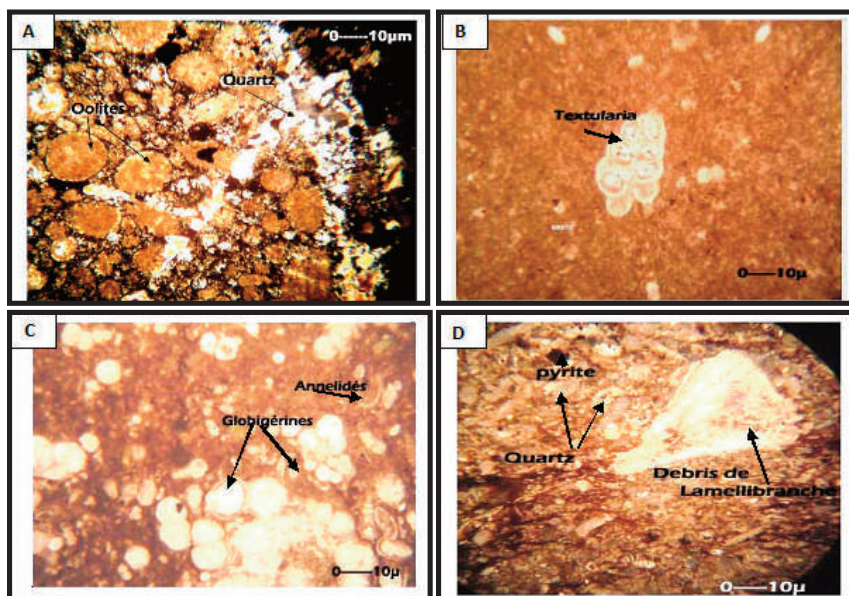


Fig. 5- Coupe géologique de l'anticlinal du Djebel Lassel avec la klippe du Djebel Chenator. Coupe extraite de la carte géologique de Kherrata n°70, (Sonatrach (1977), modifiée).

Geological cross-section from Djebel Lassel anticline. Extracted from Kherrata geological map n°70, (Sonatrach, (1977), modified).



Pl. 1 - Aspect microscopique des calcaires de la nappe de Djemila. **Photo A** (LPA) (LM Dj10) : calcaire oolithique du Djebel Amar Rhedou à Djemouna. **Photo B** (LPA) (LM SY1) : calcaire micritique à sections de *Textularia*, de *Globigérines* et d'Annélidés. **Photo C** (LPNA) (LM SY2) et **Photo D** (LPA) (LM LC13) : calcaire micritique du Djebel Lassel à débris de *Lamellibranchia* et à cristaux de quartz abondants.

LPNA : Lumière Polarisée non Analysée ; LPA: Lumière Polarisée Analysée.

*Microphotographs of Djemila thrust sheet limestones. Picture A (LPA) (LM10Dj): oolitic limestone of Djebel Amar Rhedou. Picture B (LPA) (LM SY1) : micritic limestone with fossil sections (*Globigérines*, *Textularia* and *Annelids*). Picture C (LPNA) (LMSY2) and Picture D (LPA) (LM LC13) : Djebel Lassel micritic limestone with *Lamellibranchia* sections and abundant quartz crystals. LPNA: Polarized light not analyzed LPA: Analyzed Polarized light.*

mations du Crétacé supérieur de la nappe de Djemila).

En effet, les illites présentent un degré de cristallinité inférieur à 6,2 pour les échantillons du Crétacé supérieur indiquant ainsi une zone affectée par un faible métamorphisme ou épizone où le degré de cristallinité est compris entre 6,2 et 8,2 pour l'anchizone (Obert, 1981).

III. ÉVOLUTION STRUCTURALE DE LA RÉGION

L'évolution structurale de la région de Kherrata et des Babor a fait l'objet de plusieurs travaux de recherches dont l'essentiel

a été résumé dans les travaux d'Obert (1981). Cette évolution a été marquée par une succession de phénomènes tectoniques survenus pendant le Jurassique, le Crétacé et le Miocène et qui ont contribué à l'édification définitive de la structure actuelle de la région.

Pendant le Jurassique, la région connaît un calme tectonique relatif. Cette période est caractérisée, essentiellement, par le passage rapide d'un faciès de plate-forme (calcaires oolithiques) à un faciès plus profond (calcaires siliceux et pélitiques). Dès la base du Néocomien, des plissements surviennent et se poursuivent pendant le Barrémo-Aptien. Plusieurs directions de plissement résultent de cette phase notamment les plis de directions E-O, OSO-ENE et NO-SE.

Le Crétacé supérieur est caractérisé par une individualisation tectonique des unités telliennes au Turonien-Sénonien. En général, la structuration de ces ensembles connaît deux étapes décisives.

La phase lutétienne est caractérisée par des écaillages et des plis, engendrant des serrages importants qui sont à l'origine du raccourcissement de la chaîne des Babor.

Dans la région de Sétif-Kherrata (nappe de Djemila), cette phase a donné naissance à des plis dissymétriques qui affectent le Sénonien et l'Éocène. Ces structures plissées sont caractérisées par l'abondance de fentes et de discontinuités sédimentaires ; l'une de ces discontinuités est celle du Crétacé inférieur pélito-gréseux et du Crétacé supérieur marno-calcaire (Obert, 1981). La seconde, plus générale, est caractérisée par les recouvrements gravitaires et les remobilisations d'anciens charriages.

À la fin du Crétacé, un épisode métamorphique thermo-dynamique engendre une schistosité de flux et des néogenèses minérales à quartz, albite et chlorite (Obert, 1981).

IV. ÉTUDE DE LA MINÉRALISATION

Les minéralisations de cette région sont peu nombreuses et mal connues. Dans le passé, seuls quelques indices sont connus notamment ceux de Amar Rhedou (Djermouna) à Cu et Ba, de Tababort à Cu, de Chenator à Pb et du Djebel Lassel à Pb (Glaçon, 1967). Avec la mise en application d'un projet de prospection systématique par l'ORGM en 1979 puis entre 2000 et 2004, cette région a connu un regain d'intérêt qui a abouti à la mise en évidence d'un certain nombre de points minéralisés et de quelques indices essentiellement à Pb-Zn, comme celui de Takitount, de Medjounès et de Sbaa Regout. Par la suite, nous avons encore mis en évidence la présence d'autres indices minéralisés à fluorite et sphalérite dans l'anticlinal du Djebel Lassel et l'indice de fluorite et de célestine à Bou Izem (Djermouna) (Mazari, 2005).

Les indices minéralisés de la région de Kherrata sont répartis, dans l'ensemble du territoire de la nappe de Djemila (fig. 6) et sont localisés dans deux secteurs différents. On distingue du nord au sud :

Tableau I - Pourcentages des différents minéraux argileux des échantillons prélevés dans les sondages effectués dans la nappe de Djemila (parties nord-sétifienne et baborienne).

Clay minerals proportions from Djemila sheet drilling samples (Northen Setifian and Babor zones)

N° Sondage + Prof. (m)	% Kaolinite	% Illite	% Chlorite	% Montmorillonite
SO6* (24.20)	35	25	15	10
SO6 (90)	70	10	10	10
SO6 (152)	45	15	25	5
SO2* (245)	30	20	20	10
SO3* BIZ (104)	10	80	Nd	Nd

SO2 –SO6 : Sondage Takitount : (Partie nord sétifienne de la nappe de Djemila) SO3 :Sondage BIZ – Djermouna (Partie baborienne de la nappe de Djemila),

- les indices du secteur de Djermouna qui sont déjà mentionnés dans la carte géologique de l'Algérie du Nord (Glaçon, 1967) et qui sont représentés par les concentrations de cuivre gris et barytine de Amar Rhedou encaissés dans les dolomies et les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur. D'autre part, aux environs du village de Bou Izem, existe une expression particulière d'une minéralisation fluorée et d'une minéralisation à célestine recoupant de gros blocs de dolomies et de calcaire emballés dans les formations triasiques qui marquent le contact entre la nappe de Draa el Arba au nord et la nappe de Djemila au sud.

- les indices à galène et les indices à sphalérite de l'anticlinal de Takitount ainsi que ceux du Djebel Lassel à galène, à sphalérite et à fluorite. Ils sont encaissés dans les calcaires et les calcaires marneux du Crétacé supérieur.

La répartition de ces indices minéralisés semble obéir, à la fois, à un contrôle structural et lithologique. Cette disposition se manifeste respectivement, par le remplissage de fractures et de fentes de tensions, d'extension variable et de faible épaisseur, par des sulfures (galène ou sphalérite) et de la fluorite ainsi que par la distribution préférentielle de ces indices dans deux niveaux lithostratigraphiques différents : les formations carbonatées du Crétacé supérieur pour les indices de Takitount et du Djebel Lassel et celles du Jurassique inférieur pour l'indice de Amar Rhedou dans les Babor.

La minéralisation est constituée par des cristaux de galène, sphalérite et de fluorite qui apparaissent, séparément, dans des fentes différentes, en association avec de la calcite et constituent une association paragenétique simple.

IV. 1 Les indices du secteur de Djermouna

Ils sont localisés dans deux endroits différents: dans le Djebel Amar Rhedou pour l'indice cuprifère et à Bou Izem pour les indices à fluorite et célestine.

• *L'indice cuprifère d'Amar Rhedou*

Cet indice est situé dans les hauteurs septentrionales, à une altitude de 1181m, au nord-ouest de la ville de Kherrata. Il est encaissé dans les calcaires et les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur. Ces terrains carbonatés «extrusifs» reposent, par un contact anormal de direction NE-SO, sur des terrains méridionaux du Crétacé supérieur.

Il s'agit d'une minéralisation à cuivre gris et barytine qui cimente une brèche à éléments carbonatés (dolomies et calcaires). Le cuivre gris apparaît en petits agrégats millimétriques qui remplacent et recourent la barytine. Cette dernière se présente sous forme de petites lattes dans des petites veinules. La barytine et le cuivre gris sont souvent masqués par des plages d'azurite et de malachite (fig. 7).

La disposition générale de cette association minéralogique simple conduit à la chronologie suivante : barytine, cuivre gris, azurite et malachite.

• *L'indice à fluorite de Bou Izem*

Cet indice est situé à OSO du Djebel Amar Rhedou, dans les affleurements triasiques qui séparent les terrains de la nappe de Draa el Arba de ceux de la nappe de Djemila, au niveau du village de Bou Izem. Dans ce complexe triasique, existent des blocs métriques de dolomies dures à cassure franche et à patine grise, recoupés par des fentes de tension, de directions globale N140°E et à remplissage de fluorite et de calcite drusique.

La fluorite se présente en cristaux limpides souvent cubiques qui se développent sur les épontes des fentes dont le remplissage central est occupé par de gros cristaux (quelques centimètres) de calcite blanche (pl. 2, ph. A). Parfois, les cristaux de fluorite sont de couleur jaune paille très claire.

L'examen microscopique (pl. 2, ph. B et C) montre qu'il s'agit d'une dolomie à grains fins xénomorphes et rarement rhomboédriques. Elle est traversée par des veinules à calcite sparitique et à fluorite en gros cristaux ($>100\mu$).

• L'indice à célestine de Bou Izem

Dans le même affleurement triasique de Bou Izem, existent aussi des blocs de calcaires gris à cassure noire qui sont parcourus par de minces fentes à remplissage de cristaux drusiques et fibro-radiés de célestine, jaunâtres et partiellement translucides (pl. 2, ph. D). Ces cristaux de célestine sont sous forme aciculaires et se développent en agrégats radiés. L'observation microscopique montre souvent le remplacement de la célestine par de la calcite.

Le sondage (SO3) implanté près du village Bou Izem et à proximité de ces deux indices, a traversé plusieurs zones bréchiques consti-

tuées de fragments de calcaires noirs et de gypse. L'étude microscopique de cette brèche révèle aussi l'existence de minéraux silicatés, notamment des cristaux de quartz et d'albite néoformés surimposés tardivement à la matrice carbonatée (pl. 2, ph. E).

Certains cristaux d'albite présentent, parfois, la macle dite « du Roc Tourné », (pl. 2, ph. F) caractéristique d'une faible transformation métamorphique (Lucas, 1976). Cette présence de l'albite dans la formation triasique pourrait être due, aussi, à un métamorphisme ascensionnel comme cela a été montré par Kulke (1979) dans les diapirs de l'Atlas Saharien.

Cette paragenèse à albite à macle du «Roc Tourné», calcite et quartz est très similaire à celle décrite à Berrouaghia, dans la zone bibanique par Aoudjhane (1989) et Moulla (1998) et qui est caractéristique d'une association minéralogique de type diapir.

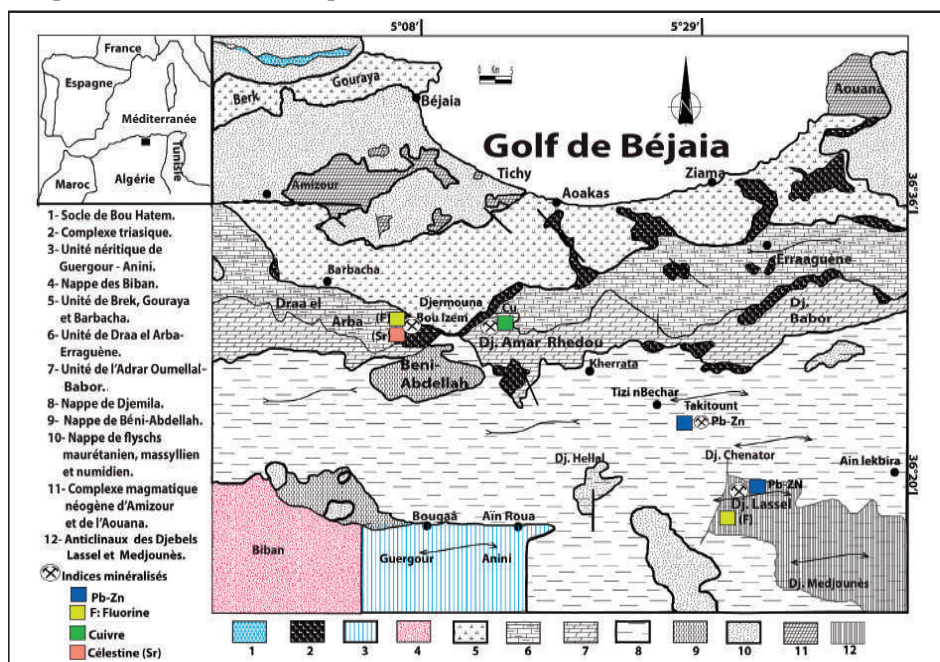


Fig.6- Carte schématique des unités structurales de la zone Nord-sétifienne de la région de Kherrata (Kireche, 1993, modifiée) et localisation des indices minéralisés.

Schematic map of structural units of the Northern Setifian domain, Kherrata's area (Kireche,1993; modified) and location of mineral occurrences

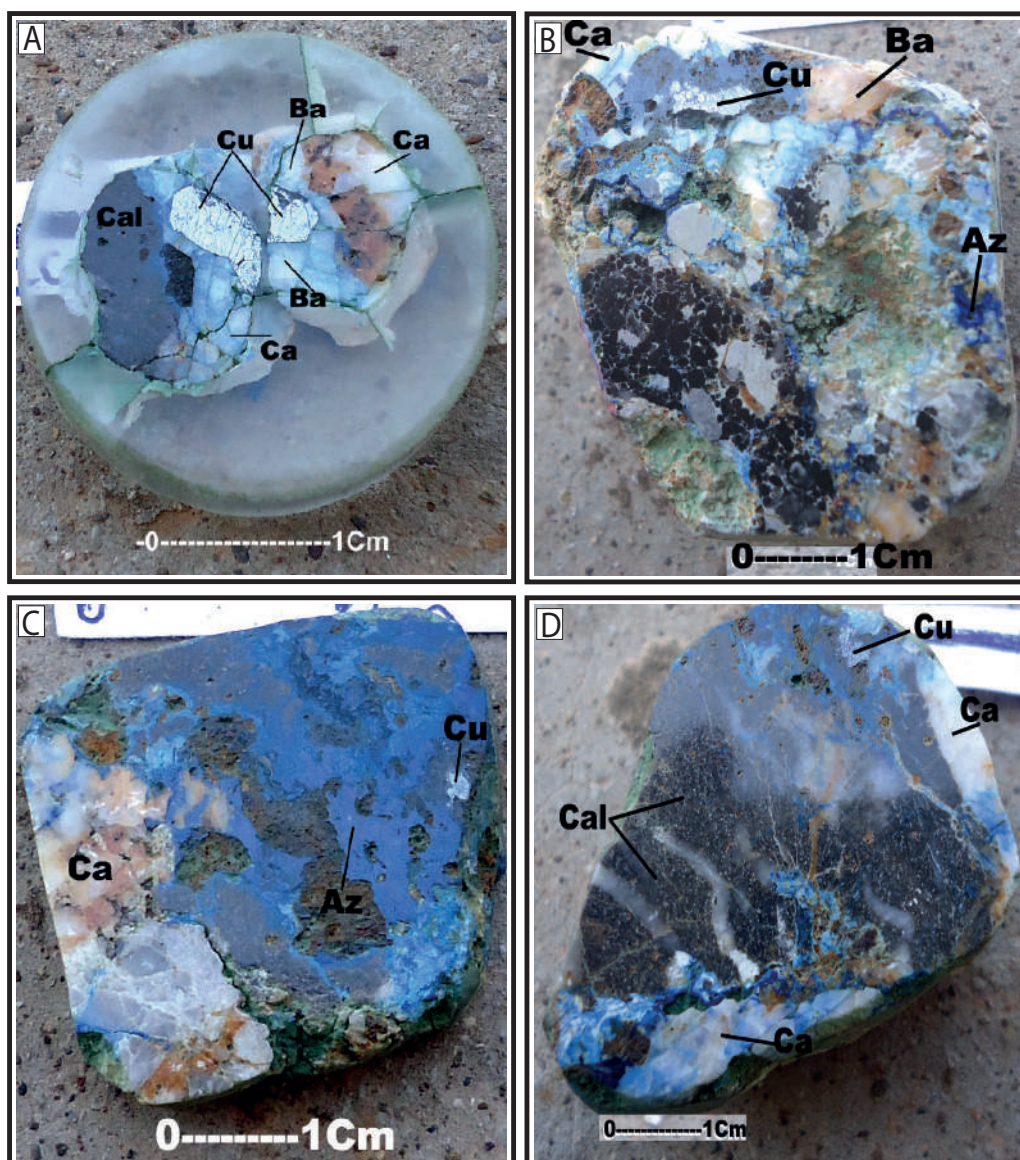
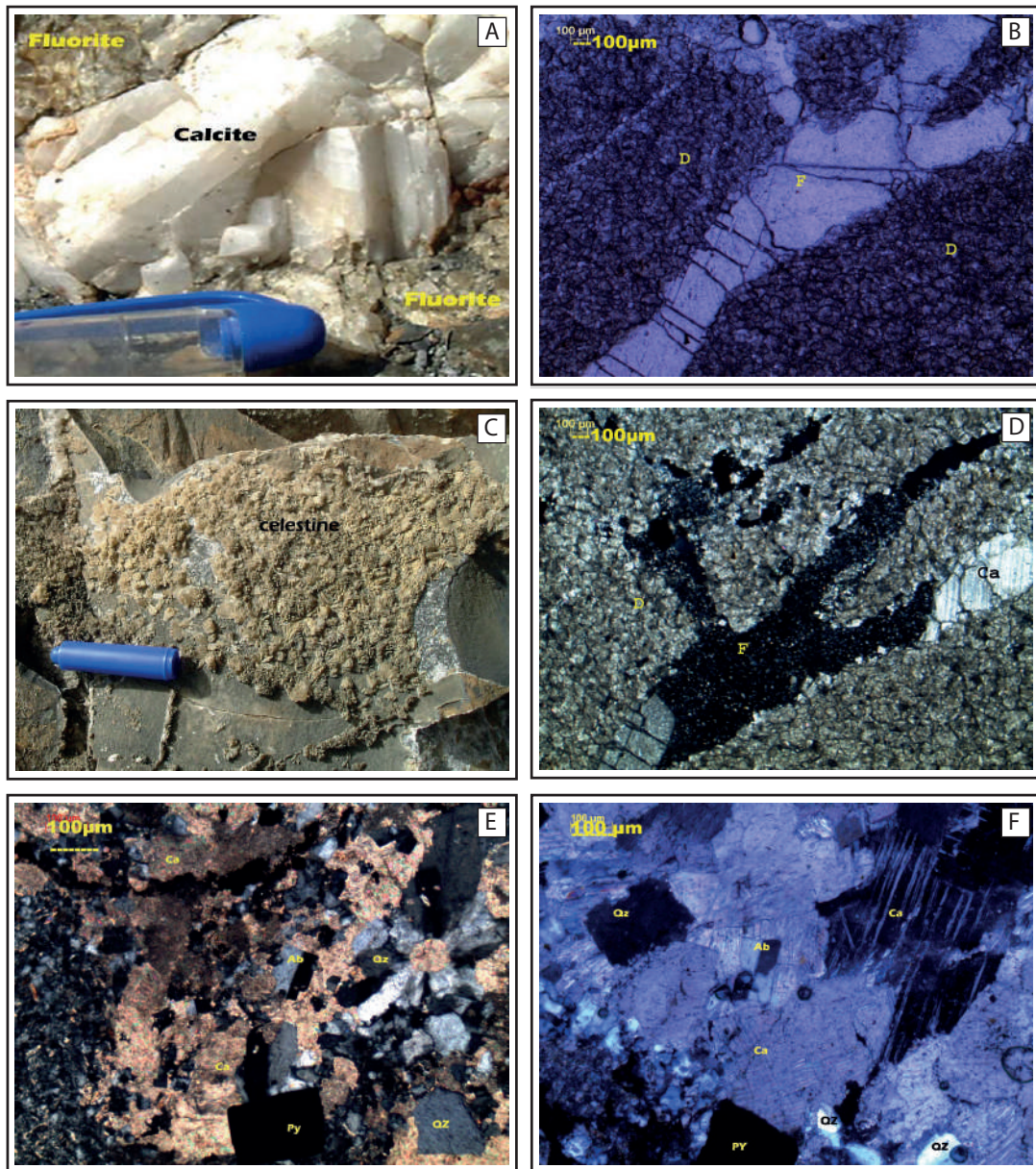


Fig. 7- Sections polies de fragment de brèches montrant l'emplacement de la minéralisation (barytine et cuivre gris).

A- Agrégats de cuivre gris (Cu) qui remplace et recoupe la barytine (Ba). **B-** Fragment de brèche cimentée par de petites plages de cuivre gris, de barytine et d'azurite. **C** et **D-** Plages d'azurite (Az) masquant le cuivre gris et la barytine. (**Ba** : Barytine; **Ca** : Calcite; **Cal** : Calcaire dolomitique; **Cu** : Cuivre gris; **Az** : Azurite).

Polished sections of mineralized breccia . A- Grey copper aggregates (Cu), which replace and cross-cut barite (Ba). B- Breccia fragment cemented by grey copper and barite. C and D- Azurite (Az) masking tetrahedrite and barite crystals. (Ba: barite; Ca: calcite; Cal: dolomitic limestone; Cu: grey copper Az: azurite).



PI. 2. **A-** Fente de tension à remplissage de fluorite et de calcite drusique. **B-** (LPNA) : dolomie à cristaux automorphes traversée par une fracture à remplissage de fluorite. **C-** (LPA): dolomie traversée par une fracture à remplissage de fluorite et de la calcite. **D-** Cristaux fibre-radiés de célestine tapissant la paroi d'une fissure. **E et F-** (LPA) (échantillon BIZ14): disposition des cristaux d'albite, de quartz et de pyrite dans la matrice carbonatée. **F-** Albite à macle du « Roc Tourné ».

(**D:** dolomite; **F:** fluorite; **Ca:** calcite; **Qz:** quartz; **Ab:** albite; **Py:** pyrite).

A- Fluorite and calcite crystals filling tension joints. B- (LPNA): euhedral dolomite crystals crosscut by a fracture filled with fluorite. C- (the same Picture B under LPA). D- Acicular celestine crystals forms underlying the limestone wall fracture. E and F- (Sample BIZ14) (LPA) view of albite, quartz and pyrite crystals on carbonate matrix. F- albite crystal with « the Roc Tourné » twin . (D: dolomite, F: fluorite, Ca: calcite, Qz: quartz, Ab: albite, Py: pyrite).

IV. 2- Les indices du secteur de Takitount et du Djebel Lassel

IV- 2-1. L'indice de Takitount

L'anticlinal de Takitount est situé à quelques kilomètres au NE de la ville de Tizi n'Bechar, sur la route W173A qui mène vers Oued el Bared.

La minéralisation apparaît à plusieurs endroits sur le flanc sud de l'anticlinal et occupe les interstices des brèches tectoniques qui correspondent à des zones de broyages alignées le long de la voûte de l'anticlinal dans la direction est-ouest. Il s'agit de zones de broyage d'épaisseur variable qui correspondent, géné-

ralement, à l'intersection d'une grande faille N100°E, longeant la voûte de l'anticlinal, avec d'autres failles secondaires de direction N-S, décrochantes et très fréquentes dans la région.

À l'affleurement, la brèche tectonique (fig. 8A) est constituée de fragments de calcaires noirs cimentés par de la calcite, de la barytine et de la galène. Cette dernière apparaît, souvent, en agrégats sous forme de plages et plus rarement en cristaux automorphes sous forme de petits cubes qui parsèment le ciment et sont associés à des oxydes et hydroxydes de fer. La galène recoupe clairement la barytine (fig. 8 A, éch. SY1 et SY2).

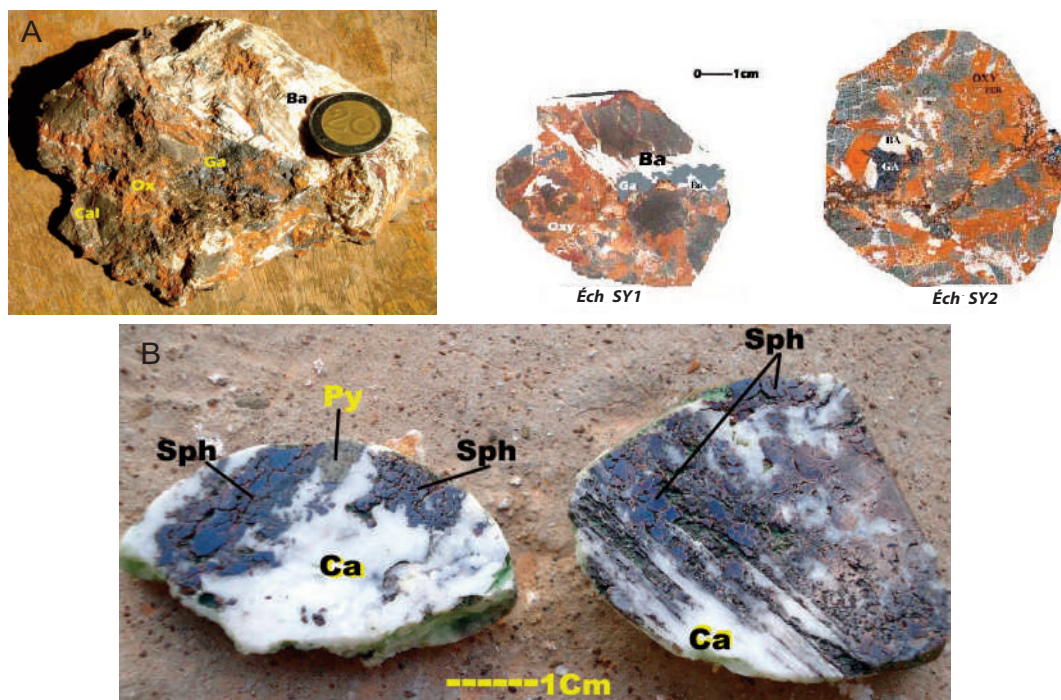


Fig. 8. Aspect macroscopique de la minéralisation dans l'anticlinal de Takitount. **A-** Brèche tectonique constituée de fragments de calcaire noir (cal), à galène (Ga), barytine (Ba) et oxydes de fer (oxy). Les cristaux de galène apparaissent automorphes (éch. SY1 –SY2) et sont associés à la barytine précoce. **B-** Échantillons de profondeur, à 66 m (éch. SO6 (66)) montrant des plages de sphalérite (Sph), de calcite (Ca) et de petits cristaux de pyrite (Py) occupant le ciment de la brèche).

Macroscopic aspect of the mineralization in the Takitount anticline. A- Tectonic breccia consists of black limestone (Cal), Galena (Ga), barite (Ba) and iron oxides (Oxy) fragments . Galena crystals have an automorphic appearance (Ech. SY1 - SY2) and rare associated with early barite. B- In depth samples from depth, up to 66 m (Ech. SO6 (66)) showing sphalerite (Sph), calcite (Ca) and small crystals of pyrite (Py) in the breccia cement .

Dans les échantillons de sondage, en profondeur, la galène disparaît et l'observation ne montre que de la sphalérite à partir de 66 m de profondeur. Il s'agit d'une petite zone bréchique, d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, constituée par des fragments de calcaires noirs cimentés par de la calcite (fig. 8 B, éch. S 06). Ce ciment calcitique est parfois remplacé totalement par de la sphalérite qui prend un aspect massif. Cette sphalérite est de couleur jaune verdâtre et est accompagnée par des disséminations de pyrite.

Dans cet indice, l'expression monominérale de la minéralisation sulfurée pose le problème d'une minéralisation multiphasée ou encore d'une minéralisation zonée, (galène en surface et sphalérite en profondeur).

La sphalérite et la galène contiennent toutes les deux de la pyrite framboïdale, diagenétique, mais ne présentent aucune relation texturale commune entre elles et leur chronologie revient à un problème de chronologie structurale.

IV- 2-2. L'indice du Djebel Lassel

L'anticlinal du Djebel Lassel est situé à une quinzaine de kilomètres au SE de Takitount, à proximité de la ville d'Amoucha. Il est longé à l'ouest par la RN9 qui relie Kherata à Sétif, au nord et au sud, respectivement, par le CW170 et le CW 169 qui mènent vers la ville d'Aïn Lekbira (fig. 9, A et B). Cet indice est considéré comme étant le plus important de la région de Kherrata.

Les concentrations des sulfures (galène et sphalérite) et de la fluorite sont relativement, plus abondantes par rapport aux indices précédents (Takitount et Djermouna).

Les sulfures sont très abondants et présents sur le flanc nord de l'anticlinal, alors que la

fluorite existe uniquement dans des fentes de tension et des fractures sur le flanc sud.

La minéralisation sulfurée à galène remplit des fractures de direction N90°E. Ces fractures sont d'épaisseur centimétrique à décimétrique et de longueur métrique à décamétrique. Dans ces fractures, la galène apparaît sous forme de cristaux automorphes (cubiques), de tailles centimétriques, toujours associée à la calcite blanche (fig. 10. A, B et C). Ils tapissent souvent les parois des fentes ou des diaclases.

L'étude microscopique montre de grandes plages de galène avec des formes variables et qui présentent souvent des auréoles d'altérations, en cérusite, dans les bordures ou au centre des cristaux (pl. 3, ph. A).

La minéralisation sulfurée à sphalérite apparaît aussi dans des fractures et des fentes qui ressemblent à celles qui portent la galène mais leur direction est de N45°E. Ici, la sphalérite, de couleur rougeâtre, se présente en gros agrégats plus ou moins arrondis, parfois en cristaux automorphes, disséminés ou en remplissage massif des fentes et des diaclases (fig. 10. D et E).

L'examen microscopique montre de grands agrégats brunâtres de sphalérite présentant d'abondantes craquelures (pl. 3, ph. B) qui sont recoupés par des prismes finement allongés de célestine (pl. 3, ph. C). Ces grandes plages de sphalérite sont aussi associées à une phase tardive de silicification qui se manifeste par la cristallisation de la silice qui apparaît sous forme de poches de dissolution et de remplacement de la calcite (pl. 3, ph. D).

La minéralisation fluorée est très discrète et difficilement reconnaissable. Elle remplit des fentes de tension et des diaclases de direction N40°E ayant aussi les mêmes formes géométriques que celles des minéralisations sulfurées.

LES MINÉRALISATIONS À Pb, Zn, (Cu, Ba ET F) DE LA RÉGION DE KHERRATA
(ATLAS TELLIEU, ALGÉRIE)

La fluorite constitue un remplissage massif et montre un remplacement tardif de la calcite par de la fluorite qui se traduit par l'aspect externe des cristaux de fluorite qui épousent souvent la forme des cristaux de calcite (fig. 10F).

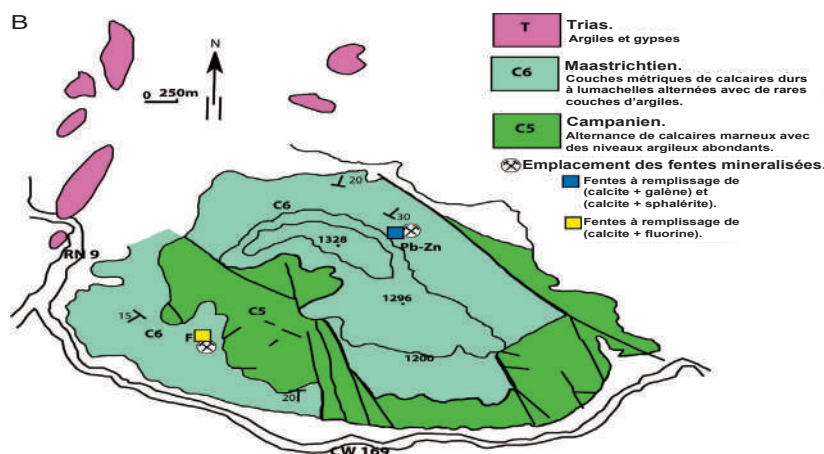
Dans d'autres cas, les cristaux de fluorite sont plus ou moins automorphes avec une taille qui varie de quelques millimètres à quelques centimètres.

Au microscope, les grands cristaux de fluorite sont parfois très limpides et apparaissent

clairement tardifs par rapport à la calcite (pl. 3, ph. E).

L'examen microscopique révèle aussi l'existence de 3 générations de calcite :

- une calcite diagénétique (Ca I) caractérisée par des cristaux très fins qui constituent la roche encaissante;
- une calcite fissurale (Ca II) qui tapisse les éponges des fentes;
- une calcite (Ca III) qui occupe les parties centrales des fractures (pl. 3, ph. F).



A



Fig. 9 A - Schéma géologique de l'anticlinal du Djebel Lassel et localisation des fentes minéralisées, établi d'après la carte géologique de la feuille de Kherrata au 1/50 000. (ORGM, 2002; modifiée).

B - Photo montrant le paysage de l'anticlinal du Djebel Lassel.

Geological sketch of Djebel Lassel anticline showing the mineralized splits, based on the geological map of Kherrata (ORGM, 2002; modified). B - Photography showing the landscape of Djebel Lassel anticline.

Toutes les minéralisations observées sur l'anticlinal du Djebel Lassel montrent clairement un contrôle tectonique dans leur distribution et répartition sur toute l'étendue de cet anticlinal.

Une étude statistique a été réalisée, sur un ensemble de mesures faites dans cette région, en utilisant le logiciel Rose (Version 2.1). Cette étude a permis d'établir les rosaces de distributions (fig. 11) des directions des différentes fentes de tensions classées en fonction de la nature du remplissage.

Il apparaît ainsi des :

- fentes à calcite seule avec trois orientations principales N20°, N145° et N160°;
- fentes à calcite + fluorite avec une seule direction majeure N40°;
- fentes à calcite + galène essentiellement sublatitudinale à N110°;
- fentes à calcite + sphalérite et accessoirement à célestine, avec une orientation qui se calque sur celle à calcite-fluorite (N40°).

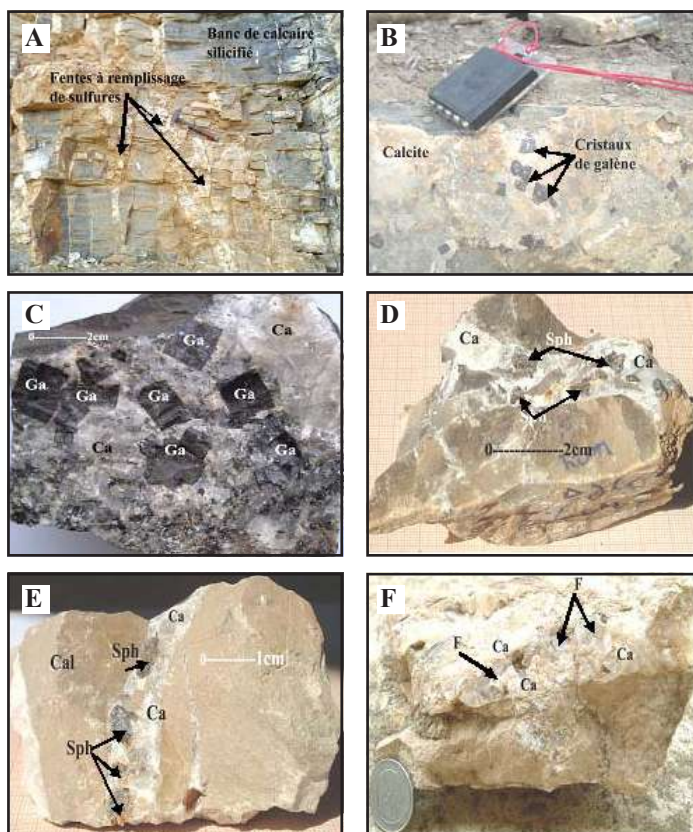
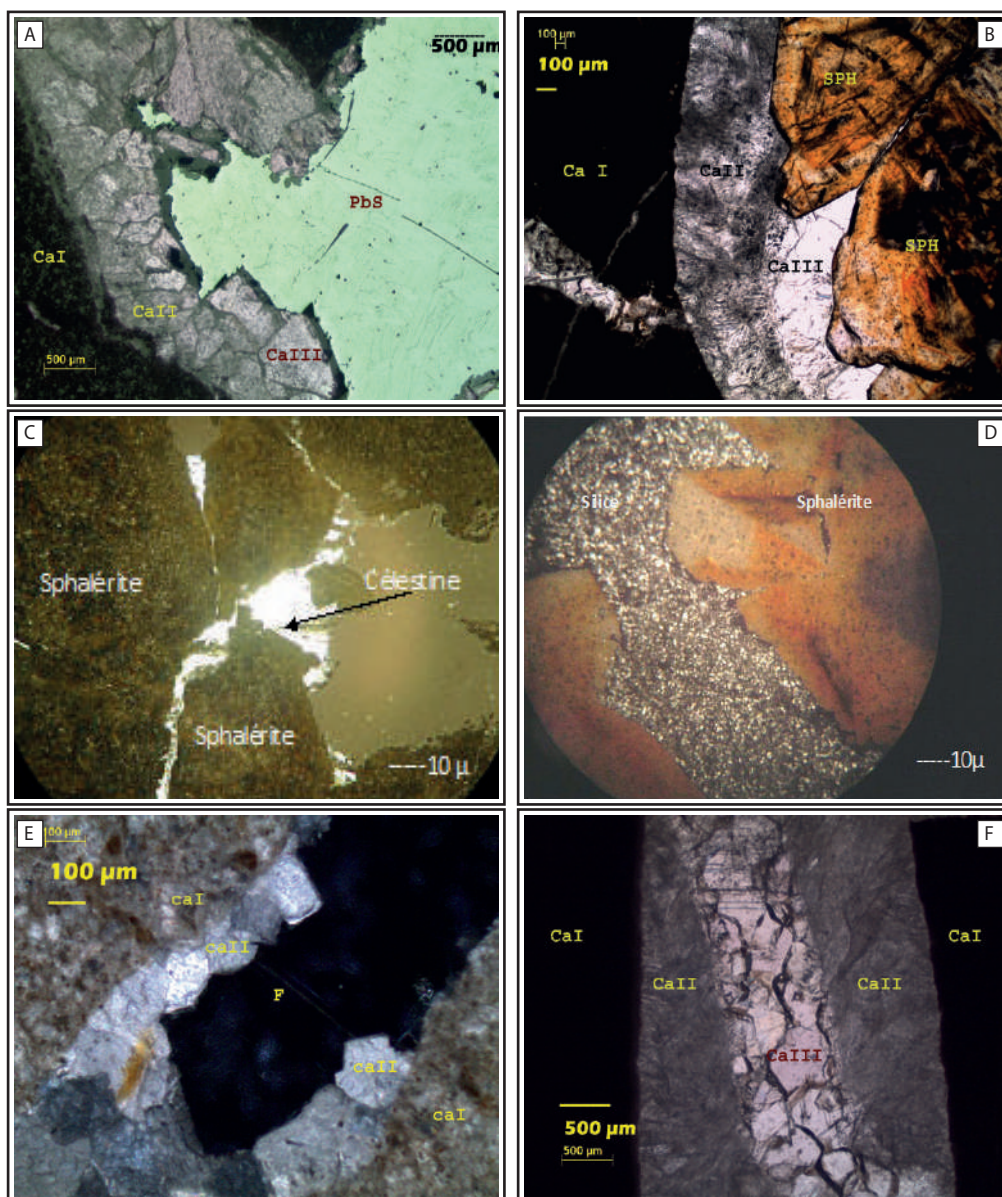


Fig. 10 - Aspects macroscopiques de la minéralisation sulfurée et de la minéralisation fluorée dans les fentes de l'anticlinal du Dejbél Lassel. **A**- Faciès carbonaté constitué de bancs métriques de calcaire silicifié recoupés par des fentes à remplissage divers. **B** et **C**- Cristaux automorphes de galène associée à la calcite tapissant les parois des fentes de tensions. **D** et **E**- Fractures à remplissage de calcite et de cristaux globuleux de sphalérite. **F**- Fente traversée par de la calcite et des petits cristaux tardifs de fluorite. (**Ga**: galène; **Ca**: calcite; **Sph**: sphalérite; **Cal**: calcaire; **F**: fluorite).

Macroscopic aspects of fluorite and sulphide mineralization with filled Djebel Lassel anticline splits. A- Carbonate facies consist of silicified metric limestone crosscut by splits with various fillings. B and C- Crystal of galena and calcite lining the walls of tension joints. D and E- Fractures with calcite crystals and globular sphalerite. F- Splits crosscut by calcite and small late fluorite crystals. (Ga: galena; Ca: calcite; Sph: sphalerite; Cal: limestone; F: fluorite).

LES MINÉRALISATIONS À Pb, Zn, (Cu, Ba ET F) DE LA RÉGION DE KHERRATA
(ATLAS TELLIEU, ALGÉRIE)



PI. 3 - Observations microscopiques de la minéralisation de l'anticlinal du Djebel Lassel : **A-** (LR)- Plage de galène tardive avec des contours d'altération. **B-** (LPNA) Plage de sphalérite tardive dans une fracture. **C-** (LPNA) Célestine tardive recoupant la sphalérite. **D-** (LPA) Poches de dissolutions à remplissage de petits grains de quartz montrant une silicification tardive. **E-** (LPA) Cristaux de fluorite tardive dans une fracture. **F-** (LPA) Différentes générations de calcite, diagénétique (CaI) et fissurale (CaII et CaIII). (LR) : (lumière réfléchie polarisée).

Microscopic observations showing Djebel Lassel anticline mineralization. A- (LR)- Late galena crystals with alterations outlines. **B-** (LPNA)- Sphalerite late crystals filling fracture. **C-** (LPNA): Late celestine intersecting sphalerite. **D-** (LPA): Dissolution pockets fills by small quartz grains showing a late silicification. **E-** (LPA): Late fluorite crystals filling a fracture. **F-** (LPA): Different generations of calcite, diagenetical (CaI) and infilling fractures (CaII and CaIII). (LR): polarized light.

Les deux types de minéralisations sont disjoints; la sphalérite et la fluorite ne s'observent jamais ensemble.

Ces différentes orientations font ressortir deux directions principales : la direction NE-SO et celle E-O. Cette dernière, à remplissage plombifère est unique. La direction NE-SO encaisse, à la fois, une minéralisation zincifère et une minéralisation fluorée.

La direction NNO-SSE est tardive. Elle représente un événement à calcite qui scelle l'ensemble des fractures précédentes. La direction N20° à calcite est le premier événement anté-minéralisation.

V. DISCUSSION ET CONCLUSION

La région de Kherrata correspond à la zone Nord-sétifienne, elle est caractérisée par un empilement de nappes telliennes. La nappe de Djemila constitue l'essentiel des terrains affleurants et abrite la majorité des indices et des points minéralisés de cette région. Les contacts entre les nappes sont souvent jalonnés par des lisérés de roches tectonisées appartenant au Trias. Cet aspect est généralisé

pour toutes les formations triasiques dans la région et montre clairement que les terrains triasiques jouent le rôle de semelles de nappes.

Les plis dissymétriques répartis dans la région sont le résultat des serrages importants d'âge post-sénonien. Ils affectent les terrains sénoniens et éocènes de la nappe de Djemila et sont à l'origine du raccourcissement de la chaîne des Babor (Obert, 1981). Ces mouvements sont accompagnés d'une phase thermique qui serait à l'origine d'un métamorphisme épizonal. Ce phénomène est marqué par une forte illitisation de la kaolinite ainsi que par l'apparition de la chlorite comme le montre l'étude des minéraux argileux appartenant aux formations du Crétacé supérieur. Ce faible métamorphisme s'accompagne de néogénèses minérales exprimées par des cristaux de quartz et d'albite observés dans les terrains triasiques de Djermouna.

Dans la région de Kherrata, les minéralisations, à l'exception de celles d'Amar Rhedou et de Bou Izem, sont contrôlées par deux directions principales: la direction NE-SO et la direction E-O. Cette dernière, à remplissage plombifère est unique tandis que, les deux minéralisations (zincifères et fluorée) appar-

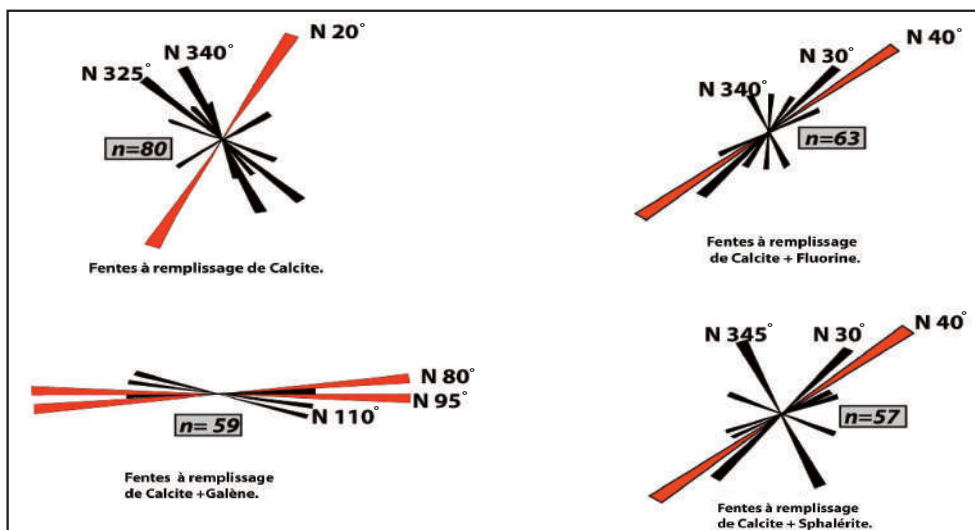


Fig. 11 - Rosaces de distribution des directions des fentes de tension à remplissages divers.

Rose diagram of Djebel Lassel showing the various tension joints directions.

tiennent à deux événements tectoniques différents dans le temps mais de même direction (NE-SO).

La présence de la célestine dans cette région n'est, sans doute, pas fortuite et il est logique de penser que le strontium serait probablement remobilisé à partir des terrains triasiques. Ces terrains sont réputés riches en strontium (Aoudjhane, 1989; Sami, 2004).

Les minéralisations de l'anticlinal du Djebel Lassel sont constituées de remplissages divers de fentes de tension d'orientations différentes. Ce qui montre clairement l'existence, d'au moins, trois phases métallogéniques :

- deux phases polyphasées dont l'une est à fluorite et l'autre à sphalérite de direction principale NE-SO;
- une phase E-O à remplissage unique à galène.

Chaque phase sulfurée s'exprime séparément et constitue, ainsi, une paragenèse unique. La phase à sphalérite est recoupée par de la célestine, dont la présence dans les minéralisations sulfurées (zincifères) a déjà été mentionnée dans la zone des diapirs (Sami, 2004). Cela suggère qu'une partie, au moins, des solutions minéralisatrices dériveraient des eaux du bassin. Les éléments (Pb, Zn, Ba, Cu et F) pourraient aussi être d'origine sédimentaire car il est bien connu que les faciès noirs riches en matière organique (de type black-shales) comme ceux du Maastrichtien, renferment souvent des concentrations anormales, parfois élevées en métaux lourds (Pb, Zn, Cu, etc) (Vine et Tourtelot, 1970).

Par conséquent, le plomb, le zinc, le cuivre, le strontium et le fluor qui entrent dans la composition des minéralisations étudiées seraient remobilisés à partir des marnes et des calcaires marneux encaissants.

Ces minéralisations sont donc «familiales» dans le sens de Routhier (1963) et pourraient aussi être parallélisées avec les « Rückens » des auteurs allemands que l'on connaît dans le bassin de Mansfeld (Schneiderhöhn, 1921; Wedepohl, 1971) avec l'hypothèse de l'existence des éléments Pb, Zn et F, et de leur remobilisation postérieure locale au cours des différentes pulsations tardi-miocènes au niveau des accidents cassants.

L'ensemble de cette minéralisation serait lié à des événements tectoniques tardi-miocènes à pliocènes.

Cette direction polyphasée est liée à une phase de compression qui est bien connue ailleurs non loin de la région étudiée (Obert, 1981), dans le bassin néogène de Tizi-Ouzou (Aite, 1994) et dans l'Algérois où elle engendre également le dépôt d'une minéralisation fluorée à barytine et cuivre gris, à barytine-sidérite et à barytine-galène (Kolli et al., 1999) ainsi que dans l'Oranie (Thomas, 1985). Cette phase serait d'âge tortonien.

D'une façon générale, les indices étudiés dans la région de Kherrata sont à dominance de galène, sphalérite, pyrite et fluorite et accessoirement du cuivre gris et célestine et sont accompagnés par du quartz, dolomite et calcite comme minéraux de gangue. Ces minéralisations épigénétiques, s'expriment par des remplissages de veinules et de fractures dans un encaissant essentiellement carbonaté. Ces caractéristiques pétrographique et structurale coïncident, parfaitement, avec les particularités importantes, des gisements épigénétiques de type Vallée du Mississippi

(MVT), établies par Sverjensky (1986) et qui permettent de classer ces concentrations dans cette catégorie au sens large.

BIBLIOGRAPHIE

- AITE, M.-O. 1994.** Analyse de la microfracturation et paléocontraintes dans le Néogène post-nappes de Grande Kabylie. *Thèse de Doctorat, Université Maine, France*, 196p.
- AOUDJHANE, M. 1989.** Les concentrations à Ba, Sr, Zn, Pb dans le Trias, le Crétacé et le Miocène de la région de Berouaghia (Biban, Algérie): diapir «Cap-rock.» et minéralisation dans le sillon subsident. *Thèse de Doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, France*, 267 p.
- BLANC, P. ET OBERT, D. 1979.** Le métamorphisme lié à la phase tectonique anté-cénomaniennne du domaine tellien septentrional (Babor, Algérie). *Bulletin de la Société Géologique de France*, (7), XXI, pp. 189–193.
- GLAÇON, J. 1967.** Recherche sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell sétifien. *Bull. Serv. Carte Géol., Algérie*, n°32, vol 2, 750p.
- KIRECHE, O. 1993.** Évolution géodynamique de la marge tellienne des Maghrébides d'après l'étude du domaine parautochtone schistose (Massifs du Chéelif et d'Oranie, de Bli-da-Bou Maad, des Babor et Biban). *Thèse de Doctorat, IST / USTHB*, 328 p.
- KOLLI, O., SAUPE, F., MARIGNAC, CH., 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: Process to Processing, Stanley et al., (eds), Balkema*, pp. 877–880.
- KÜBLER, B. 1968.** Évaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. État des progrès réalisés ces dernières années. *Bull. Centre Rech. Pau, SNPA*, 2, pp. 385-397.
- KULKE, H. 1979.** Sédimentation, diagenèse et métamorphisme léger dans un milieu sur-salé: exemple du Trias maghrébin. *Sci, de la Terre. Nancy*, t. XXIII, n°2, pp. 39-74
- LUCAS, G. 1976.** Étude microscopique des roches meubles et consolidées. *Éditions Doin*, 496 p.
- MAZARI, D.-E. 2005.** Étude géologique et gîtologique des minéralisations à Zn, Cu, Ba, F et Sr de la région de Kherrata (Atlas tellien-Algérie). *Mémoire de Magister, FS-TGAT/USTHB*, 118 p.
- MOULLA, S. 1998.** Gisement de célestine de Beni-Mansour en contexte diapirique dans la chaîne des Biban (Algérie). Caractérisation chimique, isotopique et inclusions fluides des phases minérales. *Thèse de Doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, France*, 186 p.
- OBERT, D. 1981.** Étude géologique des Babor orientaux (domaine tellien, Algérie). *Thèse de Doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI*, 635 p.
- ORGM, 1979.** Rapport sur les travaux de recherche réalisés par l'équipe de Sétif sur la feuille de Kherrata. *Rapport inédit*.
- ORGM, 2002.** Rapport sur les travaux de recherche réalisés par l'équipe de Sétif sur le projet de Kherrata. *Rapport inédit*.
- ROUTHIER, P. 1963.** Les gisements métallifères. Géologie et principes de recherches. *Mas-son et Cie., France*, tome I, 867 p.
- SAMI, L. 2004.** Contribution à l'étude géologique et gîtologique des minéralisations à Pb, Zn, Ba et F dans la région de Meskiana.: exemple des indices d'Es Souabaa et de M'Khiriga (Atlas Saharien oriental). *Mémoire de Magister, USTHB, Alger*, 138p.
- SCHNEIDERHÖHN, H. 1921.** Chalkographische un tersuchung des Mansfeld Kupferschiefers. *NEUES Jb MINER. Geol. Paläont. Beit Bd 47*.
- SONATRACH, 1977.** Carte géologique au 1/50000. Feuille de Kherrata n° 70. Division Hydrocarbures, *Direction Exploitation*.

- SVERJENSKY, D.-A. 1986.** Genesis of Mississippi Valley-Type Lead-Zinc Deposits. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 14, pp. 177–199.
- THOMAS, G. 1985.** Géodynamique d'un bassin intramontagneux.: le bassin du Bas Chélif occidental (Algérie) durant le Mio-Plio-Quaternaire. *Thèse de Doctorat, Univ. Bordeaux, France*, 594 p.
- VINE, I.-D. AND TOURTELOT, E.-B. 1970.** Geochemistry of black shales. *Econ. Geol.*, vol. 65, pp. 253–272.
- WEDEPOHL, K.-H. 1971.** "Kupferschiefer" as a prototype of syngenetic sedimentary ore deposits. *Soc. Min. Geol. Japan, Spec.*, issue 3, pp. 268–273.