

## LES GITES PLOMBO-ZINCIFERES DU DISTRICT MINIER DU KOUDIAT SIDII AU SUD DU KEF EN TUNISIE

Ivan JURKOVIĆ,<sup>1</sup> Boris ŠINKOVEC,<sup>1</sup> et Ivo GRIMANI<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Faculté des Mines, de Géologie et de Pétrole, Pierottijeva 6, 41000 Zagreb; <sup>2)</sup> Institut géologique, Sachsova 2, 41000 Zagreb, Croatia

**Clé-mot:** Stratigraphie, Corps de minerais, Paragenèse, Genèse

Les auteurs ont décrit la stratigraphie, la tectonique, le corps de minerais, la paragenèse et la genèse des gîtes Koudiat Sidii situés environ 20 km au sud de la ville du Kef en Tunisie.

**Key-words:** Stratigraphy, Morphology of ore bodies, Paragenesis, Genesis

The paper deals with the stratigraphy, tectonic, ore deposits, paragenesis and genesis of the lead-zinc deposits Koudiat Sidii situated cca 20 km south of the town of Le Kef, Tunisia.

### Introduction

Le district minier du Koudiat Sidii est situé dans la partie nord-est du plateau de Tadjerouine 200 km de Tunis (Fig. 1).

Dans cette région au sud du Kef le relief est peu marqué. Les points culminants sont + 740 m; ils se soulèvent du terrain au plus 100 m (Fig. 2). Les affleurements des gîtes se trouvent sur deux collines à la côte d'environ 700 mètres.

Sur la base des cartes géologiques au 1:20.000 (Raffaelli & Ivanović, 1963) on a limité la région plus étroite à 0,55 km<sup>2</sup> dans laquelle apparaît la minéralisation (Fig. 2) liée aux lames diapiriques du Trias et à la zone plus étroite des marnes et calcaires du Crétacé supérieur, auprès de ce contact tectonique.

### Historique des travaux

La plus vieille carte géologique de la région comprenant environ 30 km<sup>2</sup> au 1:20.000, est incluse au rapport de N. Gourguechou (1905); on y trouve une description des gisements du K<sup>st</sup> Sidii et des travaux de reconnaissance. La géologie des environs plus large est présentée sur la carte géologique Le Kef au 1:50.000 de P. F. Burollet & P. Sainfeld (1956). P. Sainfeld (1952) donne dans son livre une description et l'histoire des gisements Koudiat Sidii:

«Les gîtes du Koudiat Sidii, découverts en 1900, donnèrent lieu, jusqu'en 1905, à des recherches sur tout le contact, mais qui ne se développèrent qu'au chantier Maxime, par les niveaux 690, 670 et 650, avec descenderies; au chantier Jean, par puits et quatre niveaux équidistants, sur une soixantaine de mètres de hauteur, et au chantier Henri par un puits de 10 m. avec recoups.

La production totale s'élevait alors à 3.500 tonnes de calamine calcinée, 800 tonnes de galène, et 50 tonnes de cérusite (représentant, en métal, 1.300 tonnes de zinc et 450 tonnes de plomb).«

### Stratigraphie

La région examinée est formée de sédiments du Trias, du Crétacé supérieur, du Miocène et du Quaternaire.

#### Trias

Les sédiments du Trias sont composés d'évaporites et de brèches de contact, qui se sont formées par suite de l'intrusion diapirique des sédiments évaporitiques dans des sédiments plus jeunes du Crétacé. Ce type de brèche est développé dans les côtes et dans le sommet du diapir; il est de même fréquent le long de la lame diapirique du Trias du Koudiat Sidii.

Sur la carte géologique levée au 1:5.000 (Fig. 2), les sédiments du complexe du Trias apparaissent en trois affleurements séparés. Leur forme est irrégulière et on peut supposer que ces affleurements ne sont que les parties les plus hautes d'un corps intégral situé plus bas.

La série évaporitique est composée de roches gypse-sableuses grises jusqu'à noires, de dolomies finement laminées, stratifiées avec gypse et des marnes gypseuses. Les brèches de contact sont composées de fragments des roches du Trias et du Crétacé, liés avec ciment gypse-calcaire. Les fragments du Crétacé sont des calcaires des horizons divers du Crétacé inférieur et supérieur.

Les études microscopique des échantillons de roches triasiques, faites par P. Jović (B. Šinkovec et al., 1963) ont identifié les roches suivantes:

(1) dolomie primaire microgrenue, d'une couleur noire avec 92,7% de MgCa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; (2) marno-calcaire avec microfaune recristallisée, avec teneur en CaCO<sub>3</sub> de 67%. La roche est compacte et bien stratifiée; (3) dolomie calcareo-argileuse, d'un brun gris, de la cassure irrégulière, teneur en CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> de 55,9%, le reste sont l'argile et la calcite à une structure microcristalline coupée par les veinules calcitiques; (4) le spécimen qui a été pris au contact Trias-Crétacé, dans les travaux souterrains, s'est

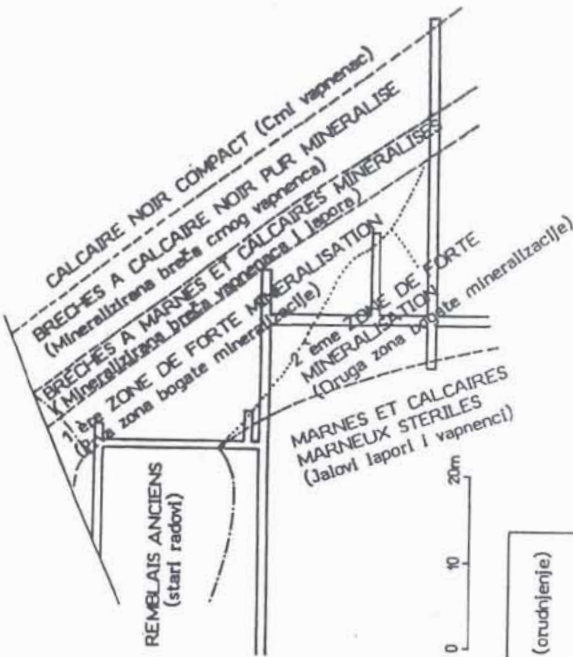


Fig. 1/c COUPE VERTICALE N-S DES TRAVAUX DU CHANTIER MAXIME (Vertikalni presjek N-S ležišta Maxime)

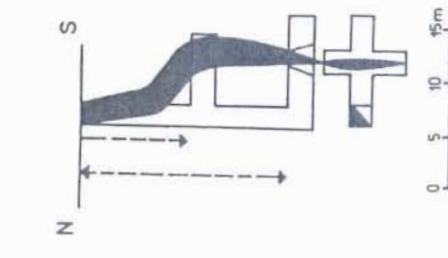


Fig. 1/h MAMELON SUD faite par Gourguechou, 1905

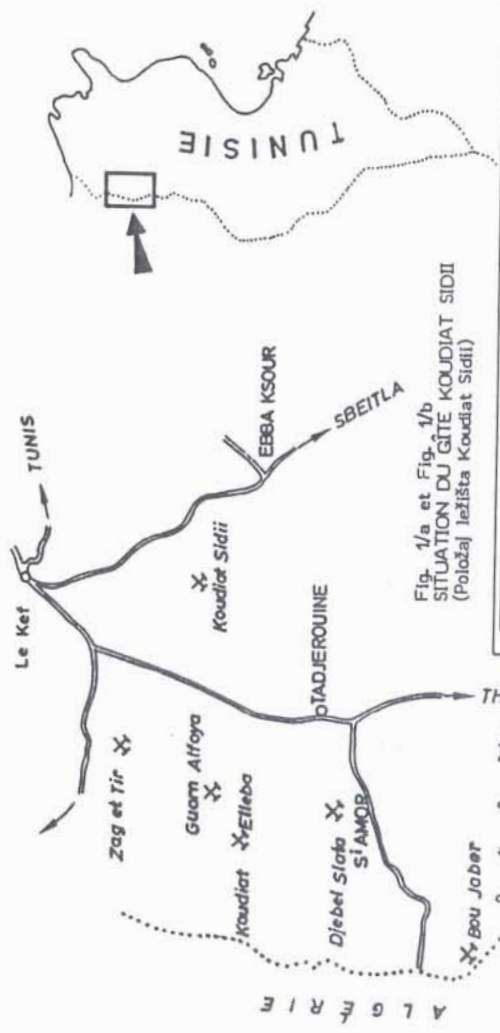


Fig. 1/a et Fig. 1/b SITUATION DU GÎTE KOUDIAT SIDI (Položaj ležišta Koudiat Sidi)

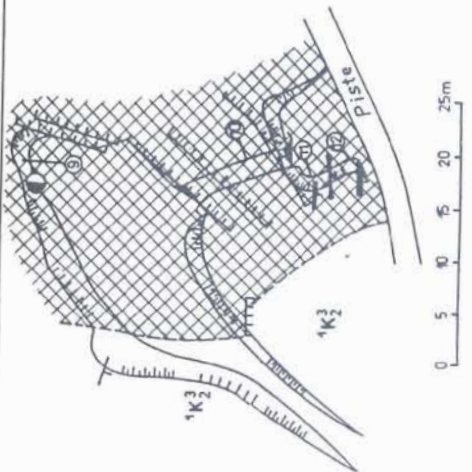
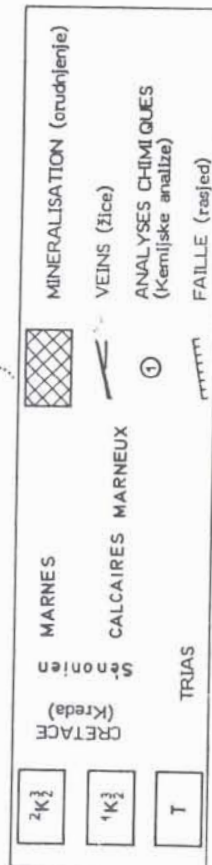


Fig. 1/g TRAVAUX DU 3<sup>e</sup> NIVEAU DU GÎTE JEAN (Radovi 3. horizonta ležišta Jean)

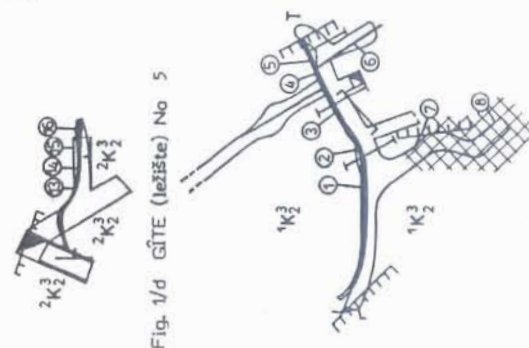
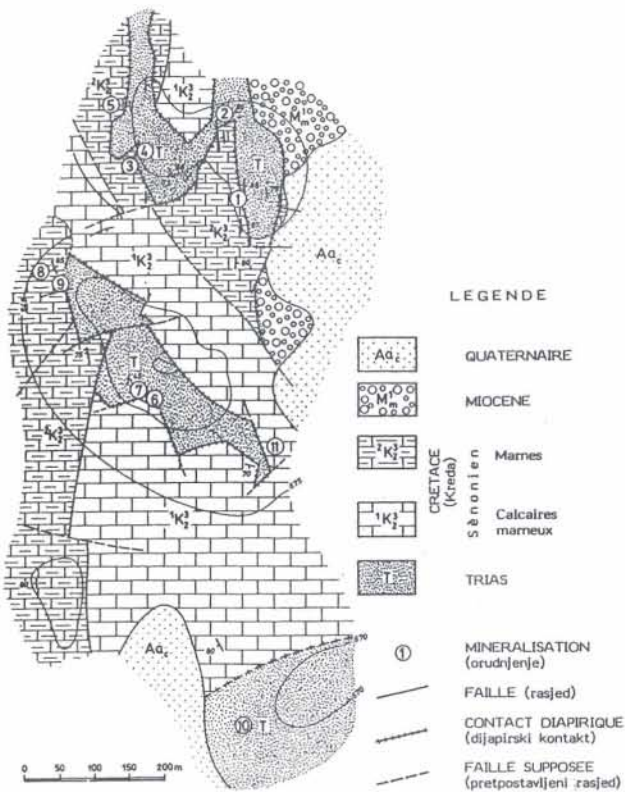


Fig. 1/d GÎTE (ležište) No 5

Fig. 1/e GÎTE (ležište) No 6 Faite par B. Sinkovec, 1963

Fig. 1/i CHANTIER JEAN (Ležište Jean) No 11 Faite par B. Sinkovec, 1963

CARTE GEOLOGIQUE DU KOUDIAT SIDII  
(geološka karta koudiat Sidii)  
faite par B. Šinkovec - I. Grimani  
Fig. (sl.) 2



démonstré comme un calcaire recristallisé à grain gros, gris-brun, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 97,2%.

La faune fossile n'a pas été trouvée. Les jeunes brèches de contact, dont l'origine est temporellement liée à l'époque de l'intrusion diapirique de la série évaporitique, sont incluses dans le complexe du Trias.

Le complexe du Trias n'a pas été minéralisé plus intensivement. Certains plus petits affleurements de minerais ont été observés en dedans des brèches de contact.

### Crétacé supérieur

Les sédiments du Crétacé sont composés de marnes et de calcaires marneux. Ces deux membres appartiennent au Sénonien.

La partie centrale et celle du sud de la région examinée est composée en majorité de marnes. Elles entourent presque complètement les apparitions du Trias du Mamelon Central et du Mamelon du Sud (Fig. 2.). Il s'agit de marnes schisteuses d'un gris et gris-brun avec rares intercalations calcaires. La stratification n'est pas clairement manifestée. Ces roches comprennent un pourcentage relativement haut de  $\text{CaCO}_3$ . Les gîtes du Mamelon Central et Mamelon du Sud se trouvent en dedans de ces marnes, respectivement auprès de leur contact avec le Trias.

Vers le haut les marnes passent successivement aux calcaires d'un gris-blanc et blanc, ensuite viennent les calcaires marneux et rarement les marnes. Cette série en majorité calcaire, est bien stratifiée. Les calcaires sont cryptocristallins avec 75 à 92%

$\text{CaCO}_3$ . Le gîte du Mamelon du Nord, le plus significatif constaté dans la région du Koudiat Sidii se trouve en dedans des calcaires. Par leur composition et position structurale, les calcaires du Sénonien sont un milieu favorable pour la minéralisation.

L'étude microscopique faite par P. Jović (B. Šinkovec et al., 1963) a donné les résultats suivants: (1) calcaire fossilifère, d'un jaune clair, un peu marneux, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 92,4%, pris dans la partie est du Mamelon Central. Dans cette roche Maja Grimani (B. Šinkovec et al., 1963) a déterminé les microfossiles suivants (révisés par prof. D. Devidé-Nedéla): *Globotruncana tricarinata* (QUEREAU), *Glt. inflata* BOLLI, *Globigerina*, *Heterohelix*, *Globigerinella*, *Anomalina*, *Bolivina*. (2) calcaire marneux, d'un brun clair, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 77,9%. Dans la pâte calcaire cryptocristalline ou microcristalline se trouvent les nombreux coquilles détruites de l'*Inocéramus* et les nombreux microfossiles pélagiques; (3) calcaire marneux, jaunâtre, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 85,7% fossilifère; (4) calcaire bioaccumulé, d'un brun-clair, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 98,9%. Dans la pâte microcristalline se trouve un grand nombre de microfossiles et de fragments de coquilles; (5) calcaire grenu du Mamelon Nord, d'un gris-brun avec prismes d'*Inocéramus*, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 77,3% représente une roche recristallisée avec quartz authigène; (6) calcaire marneux fossilifère du Mamelon Central-ouest, jaune, cryptocristalline, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 84,8%. On a déterminé (M. Grimani, l. c.) les fossiles suivants: *Globotruncana tricarinata* (QUEREAU), *Glt. cf. coronata* BOLLI, *Archaeoglobigerina cretacea* (D'ORBIGNY), *Pseudotextularia elegans* (RZEHA), *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFMANN), *Rotaliidae*, *Radioles*; (7) calcaire marneux fossilifère du Mamelon du Sud, bien stratifié, d'un brun-clair, teneur en  $\text{CaCO}_3$  de 78,1%. La pâte argilo-calcaire cryptocristalline renferme les microfossiles suivants: *Globotruncana coronata* BOLLI, ? *Glt. citae* BOLLI et d'autres *Globotruncana*, *Globigerina*, *Heterohelix*, *Globigerinella*, *Bolivina*, *Bulimina*.

### Miocène (Bourdigalien)

Au NE et SE du gîte Mamelon du Nord affleurent des sédiments clastiques du Miocène. Leur épaisseur est insignifiante. La stratification n'est pas marquée. Ce sont des grès quartzeux d'une couleur brune de rouille et rouge et des conglomérats à grains fin. A côté des grès quartzeux typique se trouvent des grès avec une teneur visible de feldspaths. Les conglomérats sont d'un type de conglomérats basales, liés à la transgression marine du Miocène, respectivement aux oscillations épirogénétiques fréquentes.

Jugeant d'après la faune (*Ostrea crassissima* LAMARCK) les grès et les conglomérats appartient au Miocène supérieur. On n'a pas constaté des affleurements de minerais plus significatifs dans ces sédiments de la région du Koudiat Sidii.

### Quaternaire

Sur une base calcaro-marneuse se sont développées, par érosion récente, des croûtes calcaires rete-

nant la même couleur. Dans cette région se sont des calcaires pulvérisés faiblement cimentés d'une couleur blanche et gris-blanche. rarement y sont intercalés des fragments des calcaires du Crétacé ou des grès limonitisés.

### Tectonique

Le district minier de Koudiat Sidii est une partie d'un grand anticlinal du Crétacé, qui est justement ici, dans la partie centrale de l'intrusion diapirique du Trias, considérablement bouleversé. Par suite de l'intrusion des sédiments du Trias et des failles accompagnant cette intrusion on entrevoit à peine la structure anticlinale de la région examinée.

Les directions des lignes de failles sont N-S et NW-SE. Pour la minéralisation sont importantes les failles avec direction E-W jusqu'à NE-SW.

### Corps de minerais

Tous les affleurements de minerais dans la région du Koudiat Sidii se trouvent exclusivement auprès du contact des lames diapiriques du Trias avec sédiments du Sénonien. Étant donné que sur la région examinée se trouvent trois lames diapiriques du Trias séparées, on peut groupé les gîtes de minerais en trois groupes: (1) Mamelon du Nord lié à la lame diapirique du Trias au nord du terrain levé, (2) Mamelon Central lié à la lame diapirique du Trias située dans le centre de la région et (3) Mamelon du Sud lié à la lame diapirique au sud.

#### (1) Les gîtes du Mamelon Nord

Sur le Mamelon du Nord se trouvent le gîte Maxime (No 1 et 2 sur le Fig. 2) et les affleurements minéralisés No 3, 4 et 5.

Le gîte Maxime est le plus grand dans la région du Koudiat Sidii et il est situé sur la pente nord du Mamelon du Nord.

La concession fut instituée en 1905, et on installa un four de calcination et une petite laverie gravimétrique. L'exploitation du gîte Maxime se développa à ciel ouvert et par un puits d'extraction de 55 m (côte 701). L'exploitation fut arrêtée en 1913, invoquée par la disparition en profondeur des oxydes, jugés, à l'époque, seuls exploitables.

La minéralisation se trouve dans les calcaires du Sénonien auprès du contact avec les dolomies du Trias. Le corps de minerais forme une colonne qui s'étend E-W sur la longueur de 30 m et environ 110 m, en pendage 45° vers le Sud, de la côte 710 m jusqu'à la côte 625 mètres. Le profil schématique du gîte Maxime, du sud vers le nord, est suivant: (a) zone de dolomies compactes foncées, (b) zone des brèches dolomitiques, faiblement minéralisées, (c) zone des brèches de marne et calcaires marneux, minéralisés, (d) zone des marnes stratifiées et calcaires marneux, très minéralisés et (e) marnes et calcaires marneux, stériles (Fig. 1/c). La zone minéralisée est d'une épaisseur de 12 mètres. Elle consiste de deux zones de «calamine» riches, séparées par une brèche marno-calcaire contenant petites veinules de la «calamine» et de la galène. Outre ce type normal de minéralisation on aperçoit souvent des filons de carbonates du plomb et du zinc, traversant les couches. De même s'aperçoivent des filons de galène

d'une épaisseur de 5 à 30 cm, leur nombre s'agrandissant dans la profondeur. Dans le niveau 646 m, on a découvert un «Stockwerk» de filons de galène d'une épaisseur de 2 m sur une longueur de 25 mètres.

La minéralisation est la plus forte dans les marnes stratifiées et calcaires marneux le long de la faille Trias/Crétacé. Dans la profondeur, la minéralisation s'approche à la ligne tectonique. Par travaux d'exploitation on a extrait des minerais à l'état d'oxyde au-dessus du niveau 625 mètres.

La position No 3 (Fig. 2) se trouve sur le contact même des dolomies du Trias et des marnes du Sénonien. La galerie longue de 4 m dans la dolomie poursuit un filon mince qui disparaît vers le quatrième mètre. La position No 4 est dans les dolomies du Trias. La descenderie d'une longueur de 3 m poursuit le filon d'une épaisseur de 10 à 20 cm. La position No 5 se trouve dans les marnes du Sénonien (Fig. 1/d). On a poursuivi deux filons plombo-zincifères jusqu'à la profondeur de 10 mètres. Le filon plus épais a donné la composition moyenne de 0,43% Pb et 4,05% de Zn.

Au contact du sud, des brèches dolomitiques et des marnes du Sénonien se trouve la zone minéralisée avec carbonates du plomb et du zinc et de la barytine. On a exécuté quelques tranchées mais sans résultats.

#### (2) Les gîtes du Mamelon Central

Dans le Mamelon central se trouve la lame diapirique la plus importante des dolomies du Trias, sa longueur comportant 450 m, sa largeur environ 100 mètres. La minéralisation la plus forte est dans le contact du Sud-Est de la lame diapirique du Trias, où se trouve le gîte Jean (No 11) le plus grand dans le Mamelon Central. Les autres, plus petits affleurements, se trouvent sur les positions No 6, 7, 8 et 9. (Fig. 2).

Le gîte Jean (No 11) est situé le long de la zone de contact NNE-SSW avec le pendage de 70° vers l'Est sur la longueur de 30 m et environ 60 m en pendage. La minéralisation se trouve dans les calcaires marneux, 3,5 à 6 m éloignée du contact, dans la zone d'une épaisseur de 2,5 à 3 m, où se trouve la «calamine» de 1,2 m épaisse. En s'éloignant du contact, le degré de minéralisation décline graduellement. La dolomie est très faiblement minéralisée; on y aperçoit des veinules et amas de galène. Sur les horizons I-III on a trouvé un filon d'environ 1 m dans les calcaires marneux de Sénonien. C'est le type de filon de faille qui s'étend N 25°E, à pendage SE, poursuit dans une longueur de 50 m. Dans les horizons supérieurs le gîte Jean est en état d'oxyde, dans les parties plus profondes (dans le puits 20 m profond) il passe en minerai à l'état sulfuré (blende et galène). On y voit des filons de galène qui sont d'une épaisseur de 2 à 30 cm. La reconnaissance du gîte fut arrêtée en 1907. Dans la carrière s'aperçoivent plusieurs failles parallèles et quelques filons métallifères à peu près parallèles, d'une épaisseur d'environ 1 m à direction NE-SW, jusqu'à E-W.

La position No 6 se trouve sur les pentes méridionales du Mamelon Central, 200 m NW du gîte Jean (Fig. 1/e). Par la galerie, le filon 50 cm épais, qui s'étend à pendage de 60° vers le sud a été poursuivi. A la fin de la galerie les calcaires marneux du Sénonien sont en contact tectonique avec la dolomie triasique et on a poursuivi le filon par la descenderie et par un puits. Parallèlement à la faille Trias/Sénonien, on remarque un système de fissures dont quelques unes sont minéralisées (épaisses jusqu'à 2 à 10 cm). Un travers-banc a été exécuté passant par calcaires recristallisés et brèches minéralisées. Les brèches sont composées

de fragments de calcaires et de dolomies; ils sont d'origine tectonique. Les analyses des échantillons ont montré les résultats suivants (Fig. 1/e): No 1 = 4,10% Pb, 24,0% Zn; No 2 = 6,47% Pb, 6,05% Zn; No 3 = 6,40% Pb, 3,07% Zn; No 4 = 9,50% Pb, 11,10% Zn; No 5 = 1,27% Pb, 9,15% Zn (filon principal); No 6 = 7,55% Pb, 16,80% Zn; No 7 = 8,45% Pb, 3,45% Zn (système de fissures); No 8 = 4,53% Pb, 1,15% Zn, 20,45% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 15,3% SiO<sub>2</sub>, 4,05% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 15,5% CaO, 4,2% H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> (brèche minéralisée).

Les positions No 7, 8 et 9 (Fig. 2) se trouvent au SW et W sur les versants du Mamelon central. Ce sont des petits travaux auprès du contact tectonique Trias-Crétacé, avec lesquels on a poursuivi les affleurements de minerais.

### (3) Les gîtes du Mamelon du Sud

La lame triasique de ce Mamelon est composée outre de dolomies et de grès argileux violets. Un filon métallifère a été poursuivi par le puits d'une profondeur de 10 m et avec deux recoupes près du contact d'ouest. On a constaté que le filon décline à la profondeur de 10 m, qu'il est épais jusqu'à 1,5 m et qu'il s'étend environ 3 mètres. Le minerai est une «calamine» compacte de 30 à 42% de Zn et une «calamine argileuse» avec 8 à 29% de Zn.

#### Paragenèse des gîtes

Par l'étude microscopique fut établi la paragenèse suivante: **minéraux hypogènes**: la galène, la blende, la pyrite, le quartz, la barytine, le calcédoine, la néocalcite, l'illite.

**La galène** apparaît en grain gros sous forme d'amas plus grands et plus petits dans un calcaire recristallisé. La galène microgrenue, de 1 à 5 micromètres, se trouve comme disséminations dans la néocalcite. La galène est pauvre en argent. Elle altère en cérusite en divers stades d'intensité. Il y a même des pseudomorphoses des gros cristaux de galène en cérusite.

**La blende** a été trouvée seulement dans la zone primaire des gîtes Maxime et Jean et dans un filon barytique. Les reflets intérieurs sont blancs ou en nuance très claire, ce qui prouve une très basse teneur en fer, respectivement l'origine à des températures basses. Dans les zones d'oxydation des gîtes, la blende est complètement oxydée en smithsonite et hemimorphite.

**La pyrite** s'aperçoit rarement sous forme des grains, disséminés dans la néocalcite, le plupart des grains non uniformément disposés sont des pseudomorphoses de la goethite sous les formes de la pyrite.

**Le quartz** est visible dans les amas cryptocristallins des oxyhydroxydes de fer sous forme des petits grains ou des cristaux associés par endroit au **calcédoine** et aux micropaillettes **d'illite**.

**La néocalcite** est la gangue principale des gîtes plombo-zincifères. Elle est d'une structure à grain de 0,005 à 0,05 mm et à grain moyen avec dimension du grain de 0,1 à 0,5 mm. La néocalcite est d'une structure typique de «pavement», formée par la recristallisation de la roche encaissante. Le calcaire microcristallin recristallisé est partiellement milonitisé avec une structure d'une brèche. Dans ce calcaire se font voir des veinules calcitiques plus jeunes à grains fins jusqu'à grain moyen. Les parties d'un aspect de brèche sont formées de fragments des calcaires microcristallins cimentés avec la néocalcite à grain plus gros et avec le quartz. Le calcaire est imprégné par des rares disséminations, disposées non uniformément, consistant de pseudomorphoses de la goethite

sur la pyrite et de grains de galène, de 1 à 5 micromètres.

**La barytine** a été trouvée dans une veine barytine composée d'un agrégat de grains de barytine de 0,1 à quelques mm. Outre la barytine on a constaté une **dolomie** à grain gros et des cristaux de quartz autigène. En minorité on a remarqué des cristaux de la blende.

**Minéraux hypergènes**: la cérusite, la smithsonite, l'hémimorphite, la goethite, la lépidocrocite.

**La cérusite** est cryptocristalline ou d'une structure microfibreuse (sous forme sphérolitique et radiales, respectivement sous formes d'éventails radiaux). En dedans de la cérusite on observe une poudre de galène, uniformément répartie de laquelle la cérusite reçoit une teinte noire.

**La smithsonite** et **l'hémimorphite** sont très intimement associées aux minéraux de fer, goethite et lépidocrocite, d'une structure cryptocristalline formant «calamine ferrugineuse rouge».

**La goethite** et **la lépidocrocite** se trouvent abondamment dans les zones d'oxydation des gîtes. Ces deux minéraux sont pour la plupart d'une structure cryptocristalline se manifestant en diverses formes colloïdales. Les masses limonitiques sont plus ou moins poreuses, partiellement remplies de la néocalcite.

#### Qualité des minerais

«Calamine ferrugineuse» et «calamine de terre» sont deux types des masses limonitiques plus ou moins riches en zinc. «Calamine ferrugineuse» est compacte et contient jusqu'à 45% de zinc, «calamine de terre» est moins compacte, plus pauvre en zinc, contenant de 10 à 25% de zinc.

Conformément aux données du rapport Gourguechou (1905), le minerai compact de «calamine» contenait dans le gîte Maxime de 40 à 45% de zinc et dans le gîte Jean de 28 à 36% de zinc. Le minerai de «calamine ferrugineuse et de terre» avait de 22 à 30% de zinc et le minerai carbonaté de plomb de 63 à 68% de plomb. D'après Sainfeld (1952), le minerai de «calamine» extrait du gîte Maxime en quantité de 5.000 tonnes avait environ 26% de zinc et le minerai de plomb (cérusite) environ 53% de plomb.

Pendant de l'époque de l'exploitation du gîte Jean (de 1905 jusqu'en 1907) et du gîte Maxime (de 1905 jusqu'en 1913), seulement les oxydes riches en plomb et en zinc, contenant minimum de 20 à 30% de zinc, ont été extraits.

Les sulfures de zinc et de plomb ont été abandonnés. Par conséquent, on peut supposer que dans les parties des gisements déjà exploitées et, de même, à proximité des anciens travaux d'exploration, existent les restes des corps minéralisés, contenant un minerai à l'état d'oxydes avec moins que 20 à 25% de zinc; cela a été remarqué, par exemple, dans le gîte Jean.

La haute teneur en métal dans le minerai à l'état d'oxyde indique qu'on pourrait s'attendre des quantités économiques du minerai primaires à l'état sulfuré dans les parties plus profondes du gisement. Dans les gîtes Maxime et Jean, on a constaté que

le minerai à l'état d'oxyde passe dans la profondeur en minerai à l'état de sulfure, qui n'a pas été exploité.

### La genèse

Les gîtes plombo-zincifères dans la région du Koudiat Sidii se trouvent au contact tectonique Trias/Crétacé. Le minerai est le plus souvent précipité dans les calcaires marneux du Sénonien et dans les brèches tectoniques, tandis que les dolomies du Trias et le grès sont faiblement minéralisés.

Nous avons identifié plusieurs types de minéralisation:

(1) **les gîtes stratifiés** où alternent des couches minéralisées avec couches de calcaires marneux. Le minerai s'est formé par suite du remplacement (substitution) de certaines couches de calcaires marneux. Ce type de minerai est le porteur principal de la minéralisation (les gîtes Maxime et Jean).

(2) **les filons métallifères** formés dans les failles et fissures à la proximité du contact tectonique Trias-Crétacé. Ces failles à direction générale E-W jusqu'à NE-SW ont été formées par suite de l'intrusion diapirique du Trias dans les sédiments du Crétacé. A cause de cette origine, leur extension, par hauteur et longueur, ne dépasse pas quelques dizaines de mètres; les travaux de reconnaissance l'ont aussi confirmé.

(3) **breèches tectoniques minéralisées** formées par le remplacement du ciment de la brèche avec minerai

métallifères. Généralement, elle est accompagnée par la recristallisation des calcaires encaissants. Prenant en considération l'étendue considérable des brèches tectoniques le long de la ligne tectonique Trias-Crétacé, on peut attendre des quantités plus grandes de minerai de ce type. Cependant la qualité de ce type de minerai est très peu connue.

(4) **veinules fines et disséminations** dans les dolomies du Trias. Ce type est de moindre signification.

La teneur en plomb et en zinc, dans la plupart des filons métallifères dans les gîtes stratifiés est au-dessus du minimum économique. De même la teneur en métal dans les brèches tectoniques minéralisées aussi bien que dans les calcaires recristallisés pourrait être favorable.

Les structures, les textures et la composition minéralogique des minerai des gîtes plombo-zincifères du Koudiat Sidii indiquent le caractère épithermal de la minéralisation. Les eaux minéralisées ont utilisé les zones particulières, au contact entre le diapir triasique et des couches du Sénonien. Toutes failles profondes ont offert les positions les plus favorables pour l'ascension des eaux métallifères. Ce processus de la minéralisation s'est déroulé à la fin du Crétacé ou pendant de l'orogénèse alpine, lié à la montée du diapirs triasiques (Rouvier et al., 1985; Jurković et al., 1988).

Reçu le 11. II. 1992.

Accepté le 9. VI. 1992.

### RÉFÉRENCES

Burollet, P. & Sainfeld, P. (1956): Cartes géologiques de la Tunisie au 1/50.000. Feuille Le Kef et notice explicative - Serv. géol., Tunis

Gourguechou, N., (1905): Rapport des travaux de reconnaissance du Koudiat Sidii sur la demande en concession, Tunis (non publié)

Jurković, I., Šinkovec, B., Grimani I., Berce, B. et Crnićki, J. (1988): Les gîtes plombo-zincifères Djebel et Tarabia et Djebel el Gassaa, Tunisie. - *Geol. vjesnik*, 41, 341-354, Zagreb

Raffaelli, P. & Ivanović, A. (1963): Notice explicative des cartes géologiques au 1:20.000 des régions minières du Djebel Slata, Guarn Alfaya, Koudiat Sidii et Zag et Tir, Tunis (non publié)

Rouvier, H., Perthuisot, V. & Mansouri, A. (1985): Pb-Zn deposits and Salt-Bearing Diapirs in Southern Europe and North Africa. - *Economic Geology*, 80, 666-687.

Sainfeld, P. (1984): Les gîtes plombo-zincifères de Tunisie. - *Ann. Mines et Géol.*, 9, Tunis

Šinkovec, B., Grimani, I., Berce, B., Jurković, I., Jović, P., Grimani, M. (1963): Etudes géologiques détaillées du district du Koudiat Sidii, Tunis (rapport non publié)

## Olovno-cinkana ležišta područja Koudiat Sidii u Tunisu

I. Jurković, B. Šinkovec, I. Grimani

Olovno-cinkana ležišta nalaze se između gradova Le Kef i Tadjerouine u zapadnom dijelu sjevernog Tunisa (Fig. 1/a i 1/b).

Područje Koudiat Sidii izgrađeno je od trijaskih, gornjokrednih, miocenskih i kvartarnih sedimentata (Fig. 2).

Trijas tvore sedimenti evaporitne serije i kontaktnih dijapirskih breča. Javlja se u obliku tri dijapirska prodora nepravilnih oblika, međusobno prostorno odijeljena. Primarni trijaski sedimenti predstavljeni su mikrokristalastim crnim dolomitom i smedesivim mikrokristalastim vapnovito-glinovitim dolomitom. Tektonske breče se sastoje od odlomaka trijaskog dolomita i laporovitih vapnenaca i vapnenca kredne starosti.

Kredni sedimenti pripadaju senonu. To su fosiliferi vapnenci, laporoviti vapnenci sa 77–92%  $\text{CaCO}_3$  komponente. Sadrže bogatu faunu po kojoj je određena gornja kreda (senon), ali nedovoljno provodna za daljnje rasčlanjivanje. Sva ležišta olova i cinka nalaze se u senonskim sedimentima uz dijapirske kontakte.

Miocen izgrađuju crni kvarcitični pješčenjaci, konglomerati s fosforitskim valuticama, konglomerati s kvarcnim valuticama, crveni pješčenjaci.

Kvartar je predstavljen vapnenjačkom korom.

Područje Koudiat Sidii je dio velike kredne antiklinale koja je jako poremećena dijapirskim prodorima trijaskih sedimentata. Rasjedi su općeg pružanja N–S i NW–SE. Za mineralizaciju važni su rasjedi E–W i NE–SW pružanja.

Rudna tijela su grupirana oko tri dijapire na lokacijama Mamelon du Nord, Mamelon Central i Mamelon du Sud.

U području Mamelon du Nord najznačajnije je ležište Maxime u senonskim vapnencima uz kontakt s trijaskom dijapirom. Rudno ležište ima oblik kolone duge oko 30 m, istražene po padu od 45° ka jugu na dužini od 110 m, odnosno 55 m po vertikali. U toj dubini radovi su bili obustavljeni, jer se iz oksidacione zone ušlo u primarnu sulfidnu zonu. Orudnjenje je unutar 12 m debele serije s dvije zone »kalamine«, jedna debela 2 m, druga oko 1 m s vrlo visokim sadržajem metala, u prosjeku 26% Zn i 53% Pb, što je dobiveno iz analiza uzoraka 5.000 t povađene rude. Eksploatacija je vršena dnevnim kopom, oknom i četiri dubinska horizonta. Slojeve »kalamine« često sijeku pojedinačne žice i žilice te spletovi žilica galenita debele od 5 do 30 cm. U NW smjeru od ležišta Maxime istraživane su tri manje žične rudne pojave, No 3 i 5 u senonskim laporima, No 4 u trijaskom dolomitu.

U području Mamelon Central najvažnije ležište je Jean na SE kontaktu trijas-kreda. Nalazi se u senonskim laporovitim vapnencima nekoliko metara od tektonskog kontakta. Pojava »kalamine«, debela oko 1,2 m praćena je na dužini od 30 m, a po padu od 70° oko 60 m u smjeru istoka. Iz trećeg dubinskog horizonta ušlo se oknom dubokim 20 m u sulfidnu zonu pa su radovi obustavljeni. Oko 200 m NW od ležišta Jean (No 11) nalazi se istražni rad (No 6) koji je otvorio 50 cm debelu žicu i to 30 m po pružanju i 15 m u dubinu. Ostale rudne pojave (No 7, 8 i 9) su bez ekonomske vrijednosti.

U području Mamelon du Sud istraživana je pojava »kalamine« debela oko 3 m oknom do dubine od 10 m kad se orudnjenje naglo isklinilo (No 10).

Mikroskopskom analizom utvrđeni su u rudnim pojavama Koudiat Sidii ovi minerali: primarni – galenit, sfalerit, neokalцит, pirit, kvarc, ilit, kalcedon, barit, dolomit; sekundarni – getit, lepidokroцит, ceruzit, smitsonit, hemimorfit.

Rudarski istražni i eksploatacioni radovi u razdoblju od 1905. do 1913. vršeni su samo u oksidacionim zonama gdje se vadila bogata kompaktna »kalaminska ruda« i deblje galenitske žice. Svi siromašniji dijelovi koji su sadržavali manje od 20% Zn kao i sulfidne zone ostali su nedovoljno istraženi i nepovađeni, te predstavljaju potencijal za buduće istrage.

Na temelju ranijih i naših istraživanja utvrdili smo nekoliko oblika pojavljivanja mineralizacije u Koudiat Sidii: (1) stratiformna ležišta tipa Maxime i Jean koja su najznačajnija; (2) metalonosne žice vezane za rasjede, manjih razmjera, ali kvalitetnom rudom; (3) orudnjene tektonske breče većih razmjera, ali siromašnijeg sadržaja metala; (4) spletovi tankih žilica i diseminacije u trijaskim dolomitima vrlo malih razmjera.

Strukture, teksture i parageniza rudnih pojava u području Koudiat Sidii ukazuju da se radi o epitermalnim ležištima i pojavama. Mineralne otopine koristile su kontaktne zone između trijaskih dijapira i senonskih sedimentata vršeći metasomatozu ili diseminaciju metalnog sadržaja u laporovite vapnence, kontaktne breče ili rasjedne zone u blizini kontakta. Ti su se procesi odvijali ili na kraju krede ili za vrijeme alpske orogeneze u vrijeme dijapirskog izdizanja trijaske serije sedimentata.