

APPLICABILITE DE L'ETUDE MINERALOGIQUE DU GISEMENT VĂ RATEC BĂ IUȚ (DISTRICT BAI A MARE) A LA VALORISATION DU MINERAI

DAN COSTIN¹

RESUME. Le gisement épithermal Vă ratec Bă iuț a un caractère polymétallique (Pb, Zn, Cu) avec des teneurs importants de métaux précieux (Au, Ag). Les minérales importants de point de vue économique sont la pyrite, la sphalérite, la galène, la chalcopryrite et l'or. L'étude minéralogique a permis d'établir la distribution des éléments chimique par minéraux porteurs et de mesurer les dimensions de grains minérales. Ces informations sont nécessaire pour préciser les opérations de traitement du minerai (procédés minéralurgiques et d'extraction des métaux) qui peuvent être appliquées dans l'étape de la valorisation. Les conclusions sont utilisées pour évaluer l'impact des opérations sur l'environnement.

Mots clés: élément chimique, minéral porteur, maille de libération, valorisation, environnement

INTRODUCTION

Les minéralisations épithermales constituent actuellement un sujet mondial de recherche métallogénique, car elles représentent des accumulations de métaux précieux et de métaux de base, importantes du point de vue économique. Les grandes sociétés minières exploitent des gisements épithermaux et investissent dans les programmes de prospection et d'exploration, ayant comme cible ce type de gisement. La minéralogie est une caractéristique métallogénique fondamentale pour chaque type de gisement.

Une étude minéralogique contribue à la connaissance de la matière minérale à différentes échelles et à la compréhension des processus de formation des gisements. La minéralogie a une importance spéciale dans la réalisation des modèles descriptifs et génétiques d'un type de gisement. Les études minéralogique ont également une importance pratique, en particulier pour la valorisation des minerais et l'extraction des métaux.

Les gisements épithermaux se trouvent en nombreuses régions du monde. Le gisement épithermal Vă ratec Bă iuț est localisé dans la région de Baia Mare, située dans la partie de Nord-Ouest de la Roumanie. La célébrité de cette région est due à la découverte pour la première fois dans le monde de nombreuses

¹ *Université Babeș-Bolyai, Faculté de Biologie-Géologie, Département de Minéralogie, Rue Kogălniceanu no. 1, 3400 Cluj - Napoca, Roumanie; e-mail: dcostin@bioge.ubbcluj.ro*

espèces minérales, parmi lesquelles il y a quatre sulfosels: andorite, fizelyite, fülloppite et semseyite. Des recherches minéralogiques détaillées se poursuivent aujourd'hui aussi, au fur et à mesure que les gisements sont exploités.

L'objectif de cet étude est de présenter quelques idées sur la valorisation du minerai à partir des observations minéralogiques générales.

GEOLOGIE GENERALE DU GISEMENT

Le gisement Bă iuț -Vă ratec est localisé dans un secteur à séries sédimentaires et pyroclastiques, avec des formations effusives et des corps intrusifs (Figure 1). Des roches cataclastiques, métamorphiques de contact magmatique et des produits d'une altération hydrothermale sont présentes aussi (Borcoș et al., 1977; Pop, 1985).

Les roches sédimentaires forment une série monoclinale. Elles sont représentées par des siltites, des alternances siltites - pelites et des arenites fines. L'âge de ces dépôts est Paléogène (Eocène) et Néogène (Badenien, Sarmatien, Pannonien). Le complexe volcanoclastiques est formés par des pyroclastites intercalés avec des agglomérats et des brèches volcaniques. Les roches qui forment ce complexe sont affectées par la circulation des solutions hydrothermales, produisant des altérations silicique, argilique et des imprégnations avec pyrite et carbonates. Les roches intrusives sont représentées par des microtonalites - microgranodiorites porphyriques, diorites à quartz et pyroxènes, tandis que les roches effusives par des andésites à quartz et pyroxènes, andésites à hornblende et andésites à pyroxènes et biotite. L'apparition des brèches de contact intrusif est due au percement des roches sédimentaires par des corps dioritiques. Des cornéennes à biotite formées sur des siltites ou alternances siltites-pelites sont aussi présentes. Les roches volcaniques qui ont subi un processus d'altération hydrothermale sont en général propylitisées. Tout près des filons, les altérations sont de type phyllique et argilique.

Les dépôts d'âge paléogène sont orientés de NE-SW jusqu'à E-W avec des pendages de 15-75° vers N, NW. Les dépôts néogènes se sont déposés discordant sur les roches paléogènes. Les formations sédimentaires et volcaniques ont été affectées par des mouvements disjonctifs ante- et post-volcanism. Il existe trois systèmes de fractures : NE-SW, ENE-WSW, NNE-SSW. Les fractures NE-SW sont les plus importantes pour la formation du gisement Bă iuț -Vă ratec. A l'échelle régionale, ces fractures s'encadrent dans des alignements importants pour l'activité tectonique et volcanique. Les fractures NE-SW ont favorisé la circulation des fluides hydrothermaux et la formation des filons. Les deux autres systèmes de fractures, ENE-WSW et NNE-SSW, sont ultérieurs au système NE-SW, représentant aussi des structures favorables à la localisation des minéralisations.

Les roches sédimentaires paléogènes ont eu un comportement favorable à la fracturation et aux réactions avec les solutions hydrothermales, constituant un environnement propre au dépôt des minéraux. Les roches volcaniques, surtout les roches intrusives, ont été favorable aussi à la localisation des filons. Par contre, les roches sédimentaires néogènes ont empêché le développement des filons à cause de leurs comportement non favorable à la fracturation (Pop, 1984; 1985).

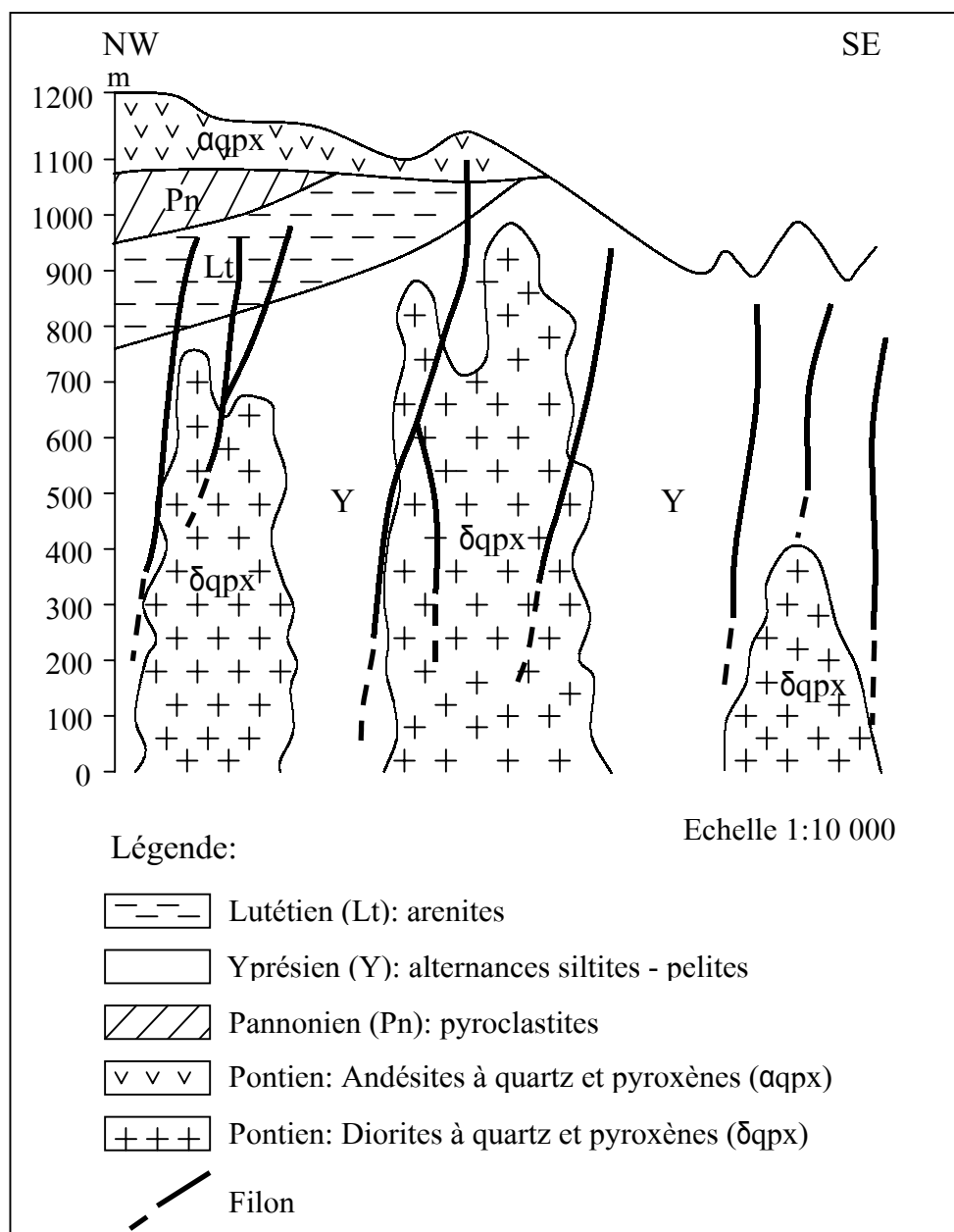


Figure 1 – Coupe schématique du gisement Vă ratec Bă iuț (après Pop, 1985)

Le gisement Bă iuț -Vă ratec inclut par plusieurs filons, répartis par groupes. Le groupe de NW contient les filons Livia, Vă ratec, Radu-Vasile, Gheorghe, Ioan Vechi, Maria, le plus important étant Livia (Figure 1). Le groupe central est

situé à, Sud-Est de premier groupe et il est formé par deux filons importants, Alexandru et Ioan Nou. Chaque filon présente quelques branches. Le groupe de SE est localisé dans des terrains constitués par des andésites à pyroxènes et hornblende. Ce groupe contient les filons Botiza I-IV, qui sont exploités surtout sur les zones médianes et supérieures. Les filons des groupes central et de SE affleurent et ils ont des relations directes avec des intrusions.

Les filons se sont localisés dans des fractures qui appartiennent à l'un des trois systèmes de fractures:

- au système NE-SW, les filons Livia, Vă ratec, Ioan Nou, Botiza II;
- au système ENE-WSW, les filons Alexandru, Botiza IV, Maria;
- au système NNE-SSW, le filon Ioan Vechi.

Dans tous les trois groupes des filons sont présentés des fractures appartenant aux systèmes NE-SW et ENE-WSW. Le pendage pour le plupart des filons est vers le N, cet aspect pouvant constituer un indice pour la localisation de la source des solutions hydrothermales.

Les filons ont des longueurs en général entre 80 et 600 m, des puissances entre 0,3 et 3,0 m. Le plus grand filon du gisement Bă iuț -Vă ratec est le filon Alexandru qui a 1200 m de longueur et une puissance de 5-6 m. Il s'étend sur 350 m de hauteur. Les textures des minéralisations sont de type massive, rubanée, bréchique, imprégnation, en cocarde, colomorphe, en géodes.

COMPOSITION MINÉRALOGIQUE

Les caractéristiques minéralogiques du gisement Bă iuț -Vă ratec corroborées aux autres données géologiques démontrent que les minéralisations sont de type épithermal adulaire-séricite. Les minéralisations contiennent des minéraux métalliques (sulfures, sulfosels, éléments natifs, tungstates, oxyhydroxydes) et des minéraux de gangue (quartz, carbonates, silicates, sulfates), spécifiques pour les gisements épithermaux de type «low-sulfidation».

a) Minéraux métalliques

La pyrite (FeS_2) est le minéral métallique prédominant dans les minéralisations (Figure 2). Les grains de pyrite de dimensions différentes s'associent souvent en agrégats. Ces agrégats forment des bandes et ils entrent dans la composition des zones à texture massive. Les zones d'imprégnations sont constituées de petites grains de pyrite et subordonné de grains d'autres sulfures. Parfois, les grains de pyrite sont transformés en oxydes de fer. La pyrite apparaît aussi comme des inclusions dans la chalcopirite ou le sphalérite.

Dans les minéralisations sont rencontrés d'autres sulfures de fer moins abondantes: pyrrhotite, marcassite, arsénopyrite. **La pyrrhotite (Fe_{1-x}S)** est présente sous forme des grains associés à la pyrite et des inclusions dans la chalcopirite. Les grains des **marcasite (FeS_2)** sont rencontrés en association avec la pyrite ou sous forme d'agrégats fibreux accompagnés par des carbonates. **L'arsénopyrite (FeAsS_2)** est présente rarement comme des petits grains inclus dans la chalcopirite.

La sphalérite (ZnS) se présente sous forme de grains ou d'agrégats dans les zones à textures massives (Figure 2). Les grains de sphalérite forment des bandes dans le cas des textures rubanées ou en cocardes. Deux types de sphalérite sont rencontrés: des grains homogènes et des grains avec des exsolutions de chalcoppyrite. Les exsolutions sont des petites inclusions ayant des formes variées: arrondie, ellipsoïdale, allongée, irrégulière. Elles se disposent plus ou moins régulièrement sur la surface des grains de sphalérite.

La galène (PbS) est associée très souvent au sphalérite (Figure 2), les deux minéraux étant les principaux composants des zones massives. Les grains et les agrégats de galène forment parfois des bandes dans les zones rubanées. Les agrégats de petits grains de galène se déposent sur la bordure des grains plus grands de sphalérite. Des corrosions réciproques entre les grains de galène et de sphalérite ont été aussi observées. Certains grains de galène présentent des petites inclusions, en général arrondies, des minéraux anisotropes de couleur noirâtre. Il s'agit probablement des espèces de sulfosels, mais leur identification conformément aux propriétés optiques a été impossible.

La chalcoppyrite (CuFeS₂) apparaît sous forme d'agrégats granulaires moulant les grains et les agrégats des autres sulfures. Elle est rencontrée sous forme des veinules déposées parmi les grains de pyrite. Certaines zones rubanées sont constituées par des bandes successives de pyrite et chalcoppyrite, tandis que certaines zones massives contiennent en plus de pyrite et chalcoppyrite, la sphalérite et la galène (Figure 2). Les agrégats de chalcoppyrite sont souvent fissurés et corrodés par des cristaux automorphes de quartz. Les grains de chalcoppyrite sont présentes comme inclusions dans la sphalérite.

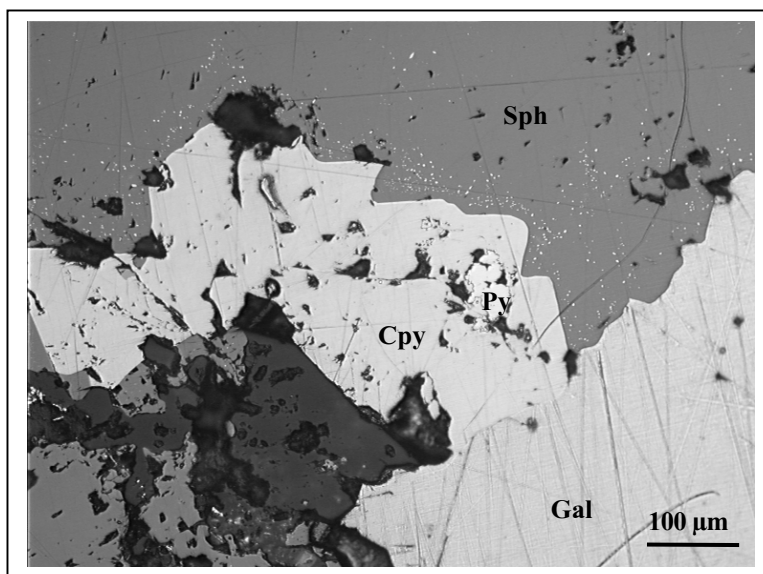


Figure 2 – Association pyrite (Py) + sphalérite (Sph) + galène (Gal) + chalcoppyrite (Cpy)

La bismuthinite (Bi_2S_3) apparaît rarement dans les minéralisations Băiș -Văratec. Elle est présente sous forme de grains, en général allongées, associés aux carbonates et inclus dans le quartz ou dans les agrégats de pyrite et chalcopryrite. Les grains de bismuthinite ont une couleur bleuâtre et présentent une anisotropie forte. Parfois, plusieurs grains s'associent formant des petits agrégats de bismuthinite.

Les sulfosels de cuivre sont représentées par des minéraux de la série tétrahédrite-tennantite et par la bournonite. **Les tétrahédrite-tennantites ($\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe,Zn})_2](\text{Sb,As})_4\text{S}_{13}$)** se forment, en général, sur la chalcopryrite, en se déposant sur la bordure des grains ou le long des fissures (Figure 3). Souvent, les tétrahédrite-tennantites sont associées avec les carbonates. Le remplacement de la chalcopryrite par les tétrahédrite-tennantites est parfois très avancé, affectant les zones centrales des grains. Localement, les tétrahédrite-tennantites se déposent sur la bordure de la sphalérite ou comme des veinules le long des fissures. La couleur des grains de tétrahédrite-tennantites est variable, indiquant la présence de différents termes de la série.

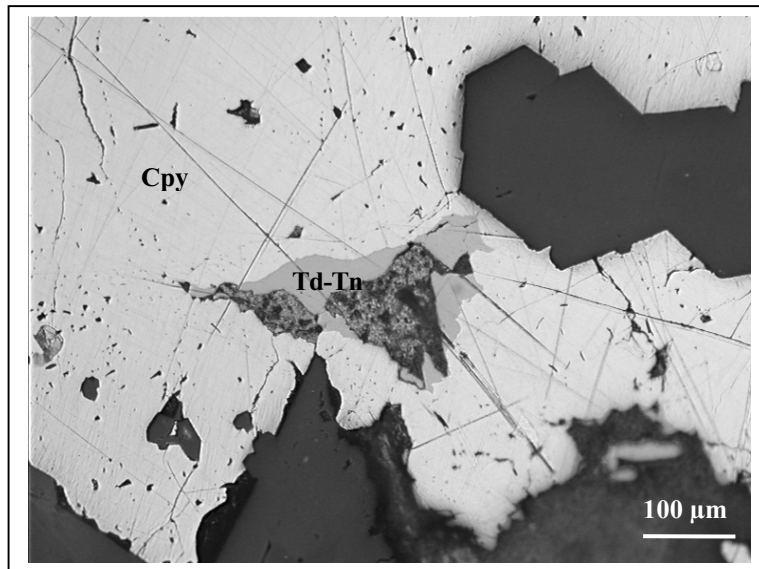


Figure 3 – Association chalcopyrite (Cpy) + tétrahédrite-tennantite (Td-Tn)

La bournonite (CuPbSbS_3) apparaît comme des grains ayant une morphologie plus ou moins régulière. Les grains sont inclus dans le quartz et il sont associés avec des grains de pyrite et chalcopryrite. La bournonite a une couleur grise-bleuâtre, une anisotropie distincte et des macles spécifiques.

Les sulfosels de bismuth sont représentées par des membres de la série lillianite-gustavite (Damian & Costin, 1999; Damian et al., 2000). Les grains de **lillianite-gustavite ($\text{Pb}_{3-2x}\text{Ag}_x\text{Bi}_{2+x}\text{S}_6$ - $\text{Pb}_{1+2x}\text{Ag}_{1-x}\text{Bi}_{3-x}\text{S}_6$)** ont des formes

allongées ou comme des aiguilles (Figure 4). Parfois, plusieurs grains s'associent formant des petite agrégats radiaires. Les grains de lillianite-gustavite apparaissent sous forme d'inclusions dans les grains de chalcopirite, dans les agrégats de oxydes de fer et ils sont associés avec des carbonates. La lillianite-gustavite a une couleur blanche-bleuâtre et présente une anisotropie forte.

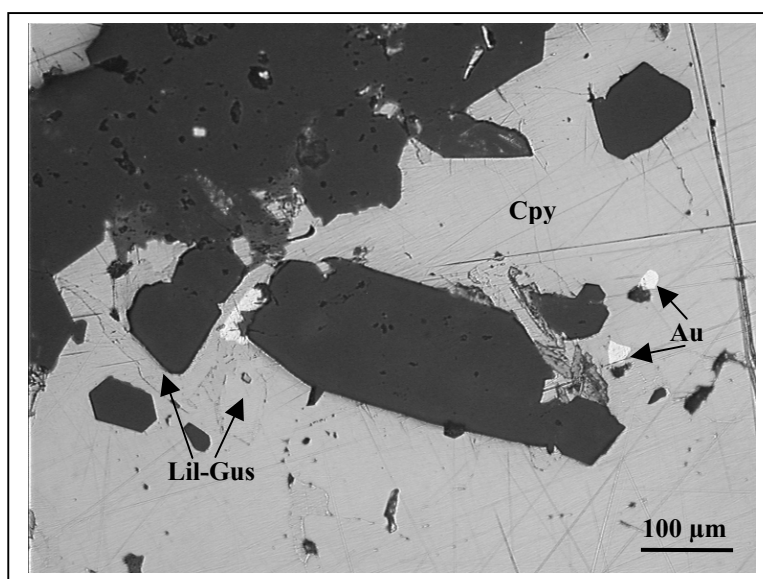


Figure 4 – Association chalcopirite (Cpy) + lillianite-gustavite (Lil-Gus) + or natif (Au)

Dans les minéralisations du gisement Băiuț -Văratec d'autres sulfosels ont été décrits étant présents en petites quantités: semseyite, jamesonite, boulangerite et sulfosels de Cu-Pb-Ag-Bi (Costin, 2001). Les sulfosels sont associées avec la galène. La wolframite et la scheelite ils ont été rarement rencontrés comme des inclusions dans les oxy-hydroxydes de fer (Pop, 1984).

L'or (Au) est un composant minéralogique important des minéralisations. Il se présente sous forme de grains plus ou moins arrondies, ayant des dimensions assez homogènes. Les grains d'or apparaissent comme des inclusions dans les agrégats des oxydes de fer et dans l'association minéralogique chalcopirite-sulfosels de bismuth (Figure 4). Parfois, l'or est inclus dans les grains de galène. Il est aussi déposé sur les bords des grains de pyrite, associé avec des carbonates (Figure 5). L'or a une couleur jaune-rougeâtre et présente un pouvoir de réflexion élevé.

Les oxydes de fer se présentent sous forme des grains allongés qui sont disposés sur des directions, formant des agrégats. Les grains et les agrégats forment des bandes associées aux bandes des sulfures ou ils sont disséminés en quartz. Les oxydes de fer sont représentés par l'hématite et la magnétite L'hématite est souvent transformé en magnétite et / ou goëthite. Les

oxydes de fer remplacent localement les grains de pyrite, étant observées des transitions entre les minéraux. Les oxydes de fer apparaissent aussi comme des inclusions dans les sulfures.

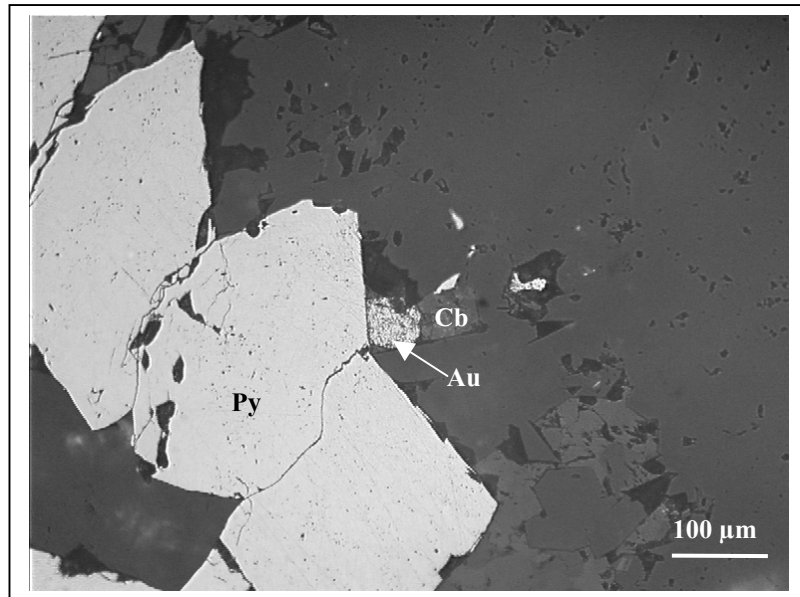


Figure 5 – Or natif (Au) associé aux carbonates (Cb) déposé ultérieurement à la pyrite (Py)

b) Minéraux de gangue

Le plus répandu minéral de gangue est **le quartz**. Il a été utilisé pour obtenir les températures de déposition de la minéralisation (Manilici & Kalmar, 1992). Il est présent sous forme de cristaux prismatiques, des grains de différentes dimensions, sous forme microcristalline et colomorphe. La couleur du quartz est variée: rougeâtre à cause des oxy-hydroxydes de fer, grise-noirâtre et blanche. Les cristaux prismatiques sont transparents et ils se déposent dans les géodes. Des veinules à calcédoine sont présentes localement traversant les autres minéraux. Les grains de quartz corrodent parfois les minéraux déposés antérieurement.

Les carbonates se sont localisés sur les fissures et dans les espaces libres entre les autres minéraux. Les zones avec des carbonates présentent une biréflexion et une anisotropie distinctes. Les carbonates ont joué un rôle important dans le dépôt de certains minéraux et dans la transformation de la pyrite en oxy-hydroxydes de fer. D'autres minéraux de gangue ont été mentionnés dans les minéralisations du gisement Băiș - Văratec (Pop, 1984): barytine, fluorine, minéraux argileux, adulaire.

VALORISATION DU MINERAI

Conformément aux caractéristiques minéralogiques du gisement Bă iuț - Vă ratec, on peut considérer que le minerai est de type polymétallique (Pb, Zn, Cu) avec des quantités importantes des métaux précieux (Au, Ag). La valorisation d'un tel type de minerai est complexe et souvent difficile parce que le but de cette activité est de récupérer tous les métaux marchands. Il est nécessaire d'utiliser plusieurs procédés et étapes de minéralurgie pour obtenir des concentrés. Ensuite, les méthodes de hydrométallurgie et de pyrométallurgie permettent d'extraire les métaux contenus dans les concentrés.

Un aspect important pour la valorisation des minerais est la distribution des éléments chimique par les minéraux porteurs. L'étude minéralogique du gisement Bă iuț -Vă ratec montre la distribution suivante pour les éléments chimiques principaux:

- Au: or natif;
- Ag: or natif, tétrahédrite-tennantite, lillianite-gustavite, autres sulfosels de Cu-Pb-Ag-Bi, galène;
- Cu: chalcopryrite, tétrahédrite-tennantite;
- Pb: galène, sulfosels de Cu-Pb-Ag-Bi et de Pb-Sb;
- Zn: sphalérite.

En plus de ces éléments qui donnent le caractère géochimique général du minerai, il y a autres éléments chimique spécifiques pour le gisement Bă iuț - Vă ratec. Leur distribution par minéraux porteurs est la suivante:

- Sb, As: tétrahédrite-tennantite, sulfosels de Cu-Pb-Sb, arsénopyrite;
- Bi: bismuthinite, lillianite-gustavite, autres sulfosels de Cu-Pb-Ag-Bi, galène;
- Se: lillianite-gustavite, autres sulfosels de Cu-Pb-Ag-Bi, galène, bismuthinite.

Les dimensions des minéraux qui forment le minerai déterminent la maille de libération, c'est-à-dire le dimension à laquelle il faut broyer le tout-venant pour obtenir une séparation entre les minéraux porteurs des différents éléments chimiques. Pour le gisement Bă iuț -Vă ratec, les mesures au microscope optique ont indiqué les valeurs suivantes:

- or: minimum 15 μm , moyenne 25-30 μm ;
- chalcopryrite: minimum 50 μm , moyenne 150 μm ;
- sphalérite: minimum 25 μm , moyenne 200 μm ;
- galène: minimum 35 μm , moyenne 200 μm ;
- pyrite: minimum 100 μm , moyenne 250 μm ;
- tétrahédrite-tennantite: 80-400 μm ;
- sulfosels de Bi, bismuthine: longueur 35-200 μm , largeur 15-70 μm ;
- exsolutions de chalcopryrite dans la sphalérite: 5-15 μm .

Ces dimensions permettent d'établir une maille de libération de 150 μm pour les sulfures principales (Cu, Pb, Zn).

Le traitement des minerais d'or est basé sur la nature des minéraux accompagnateurs et de la gangue. En fonction de ces aspects et d'autres propriétés physiques, chimiques et minéralogiques, les minerais d'or peuvent être classés du point de vue de leur traitement (Libaude & Morizot, 1984). Pour chaque type de minerai s'applique un traitement différent avec des techniques adaptés aux caractéristiques de l'or.

Dans le gisement Bă iuț -Vă ratec, l'or est présent sous plusieurs formes, ayant la répartition suivante:

- I. 40 % grains dans la gangue de quartz et des carbonates;
- II. 40 % grains dans l'association chalcopryrite-sulfosels de Bi-or;
- III. 18 % grains associés aux autres sulfures;
- IV. 2 % grains dans les oxy-hydroxydes de fer.

Appliquant la classification minéralurgique des minerais d'or, à Bă iuț - Vă ratec il existe un minerai à or natif libérable (I, IV) et un minerai d'or associé à des métaux de base (II, III).

La première opération de traitement du tout-venant provenant de la mine est la fragmentation. Les stades successifs de concassage et de broyage doivent assurer un produit de dimensions plus proche possible du maille de libération de 150 μm . L'opération suivante est la flottation des sulfures de métaux de base utilisant l'un des «flow-sheet» approprié pour les minerais polymétalliques: flottation sélective, flottation semisélective ou flottation globale (Filippov, 2001). A la fin de cette opération, on obtient un concentré de cuivre, un concentré de plomb, un concentré de zinc, un concentré de pyrite et des fractions stériles.

Dans le concentré de cuivre, en plus de ce métal, ils seront présents autre éléments: Au (or natif), Ag (or natif, tétrahédrite-tennantite, sulfosels de (Cu-Pb-Ag-Bi, galène), Sb et As (tétrahédrite-tennantite), Bi et Se (sulfosels de Cu-Pb-Ag-Bi, bismuthinite, galène). L'or et l'argent peuvent être récupérés comme sous-produits dans les opérations métallurgiques, les autres constituent des éléments pénalisants pour le concentré (Houot, 1969; Devaux, 1987). Le concentré de plomb va contenir aussi petites quantités d'Ag, Bi, Se, Au, les métaux précieux pouvant être valorisés. Pour le concentré de zinc, il faut préciser la présence de Fe, Cd, Mn dans le réseau cristallin de sphalérite et la présence de la chalcopryrite comme exsolutions intimement liées à la sphalérite. Le concentré de zinc aura également de petites quantités d'au.

Pour la récupération des grains d'or natif contenus dans les stériles de flottation, on peut envisager une concentration gravimétrique ou une opération de lixiviation en cuves agitées avec du cyanure, après un broyage fin jusqu'à 25 μm . Les stériles de flottation vont contenir des minéraux qui peuvent poser des problèmes à la cyanuration. L'oxydation des sulfures provoque la formation d'acide dont l'action sur le cyanure génère du CNH^+ , extrêmement nocif. Pour éviter cette formation, un contrôle du pH par NaOH est indispensable (pH=9-11). Les minéraux de cuivre, de zinc et accessoirement les sulfosels et les oxydes

solubles sont consommateurs de cyanure (minéraux «cyanicides»). En général, toutes les solutions pour empêcher la nocivité de ces minéraux pour la cyanuration sont coûteuses. L'or et l'argent dissous sont récupérés en utilisant des procédés hydrométallurgiques: la précipitation sur zinc ou l'adsorption sur charbon actif. Toutefois le cuivre s'adsorbe plus rapidement sur le charbon actif que l'or, d'où la nécessité d'extraire le cuivre avant la cyanuration.

Les stériles définitifs de toutes les opérations de traitement du minerai de Băiuț -Văratec sont constitués de minéraux de gangue (75 % quartz, 24 % carbonates, 1 % autres minéraux) et de sulfures. Le stockage de ces minéraux peut provoquer un impact négatif sur l'environnement. L'oxydation des sulfures conduit à l'apparition des eaux acides. La quantité des minéraux neutralisants de stériles, comme les carbonates et les feldspaths, n'est pas suffisante pour empêcher la génération des eaux acides. Les eaux ayant des pH acides mobilisent très facilement des éléments toxiques contenus dans les minéraux, pouvant provoquer des graves pollutions. L'importance de ce problème est montrée par la présence dans les minéraux de gisement Băiuț -Văratec, des certains éléments chimiques toxiques: Cu, Pb, Zn, Fe, As, Sb, Bi, Cd, Mn, Se.

CONCLUSIONS

Les caractéristiques géologiques du gisement Băiuț -Văratec permettent son encadrement dans le type épithermal adulaire-séricite. De point de vue géochimique, les minéralisations sont polymétallique (Pb, Zn, Cu) avec des teneurs importants de métaux précieux (Au, Ag). Dans la composition minéralogique du gisement Băiuț -Văratec participent les minéraux suivants²:

- sulfures: **pyrite, sphalérite, galène, chalcopyrite**, pyrrhotite, marcassite, arsénopyrite, bismuthine;
- sulfosels: **tétrahédrite-tennantite, lillianite-gustavite**, bourmonite, autres sulfosels de Cu-Pb-Ag-Bi, sulfosels de Pb-Sb;
- éléments natifs: **or**;
- oxy-hydroxydes de fer: **hématite**, magnétite, göethite;
- tungstates wolframite, scheelite;
- gangue : **quartz, carbonates**, barytine, fluorine, minéraux argileux.

L'utilisation pratique de cet étude dans le domaine de la valorisation du minerai peut apporter des éléments pour l'élaboration des schémas pour les procédés minéralurgiques et d'extraction des métaux. Conformément aux mesurages sur les dimensions des grains de minéraux, on peut établir un maille de libération de 150 μm pour les sulfures principales (de Cu, Pb, Zn). La distribution des éléments chimique par minéraux porteurs pour le gisement Băiuț -Văratec montre que dans le cas des sulfures de métaux de base on peut envisager un traitement par flottation. La concentration gravimétrique ou la lixiviation avec du cyanure sont les procédés appropriés pour la valorisation de l'or contenu dans

² En gras, les minéraux principaux

les stériles de flottation. L'or associé aux sulfures de métaux de base sera récupéré dans les opérations de métallurgie. Les mêmes procédés d'extraction sont utilisés dans le cas de l'argent. La présence des minéraux consommateurs de cyanure dans le minerai peut créer des problèmes à l'utilisation de la lixiviation.

La valeur de concentrés de métaux de base sera influencée négativement par la présence des éléments pénalisants: As, Sb, Bi, Se, Cd, Fe. Le stockage des stériles définitifs peut provoquer un impact négatif sur l'environnement par l'apparition des eaux acides et d'une pollution avec des éléments chimiques toxiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Borcoş, M., Gheorghiu, I., Mândroiu, V. & Volanschi, E. (1977): Considerații privind procesele metalogenetice desfășurate în extremitatea estică a munților Gutâi (zăcămintul Băiș - Văratec). Studii tehnice și economice, Geologie economică, seria A, 11, 53-96.
- Costin, D. (2001): Caractérisation minéralogique du gisement épithermal polymétallique Băiș -Văratec (district Baia Mare, Roumanie). Mémoire de fin de cycle CESEV 200-2001, Institut Nationale Polytechnique de Lorraine, Ecole Nationale Supérieure de Géologie, Nancy.
- Damian, G., Costin, D. (1999): New data about the bismuth sulphosalts from the hydrothermal mineralizations from Văratec-Băiș, Baia Mare district. Rom. J. of Mineralogy, vol. 79, Supplement Nr. 1, 5th Symposium on Mineralogy, 18-20 September, Bucharest.
- Damian, F., Damian Gh., Costin, D. (2000): Bismuth sulphosalts in the Neogene hydrothermal vein ores from the Baia Mare Ore District. Minerals on the Carpathians International Conference, Miskolc, March 9-10, 2000. Acta Mineralogica – Petrographica, Tomus XLI, Suppl. (Abstracts), 27, Szeged, Hungaria.
- Devaux, M. (1987): Du doré au lingot. Industrie Minérale – Mines et Carrières – Les Techniques, août-septembre, 239-240.
- Fillipov, L. O. (2001): Flottation. Document CESEV / DESS – ENSG – Vandœuvre-lès-Nancy, 83 p.
- Houot, R. (1969): Minéralurgie des métaux précieux. Annales des Mines, décembre, 13-40.
- Libaude, J. & Morizot, G. (1984): Le traitement des minerais d'or. Industrie Minérale – Les Techniques, juin, 506-524.
- Manilici, V. & Dumitrescu, A. (1980): Temperatura de formare a baritinelor din România. St. cerc. geol., geofiz., geogr., Geologie, 25, 31-39.
- Pop, N. (1984): Studiul geologic complex al mineralizațiilor din perimetrul E. M. Băiș, etapa a III-a, Văratec. I.C.I.T.P.M.N., Arhiva I.P.E.G. Baia Mare.
- Pop, N. (1985): Studiul metalogenetic al sectorului Băiș -Poiana Botizei, etapa a II-a, Obiectivul Breiner – Văratec. I.C.I.T.P.M.N., Arhiva I.P.E.G. Baia Mare.