

LA MISE EN VALEUR DES PYRITES AURIFÈRES DU CHAMP MINIER DE ROȘIA MONTANĂ

MIRCEA BORCOȘ

Centre de Recherches de Géologie comparée de l'Académie Roumaine,
12, rue Dimitrie Racoviță, secteur 2, Bucarest

Abstract. The ore mineral deposit from Roșia Montană is considered one of the richest gold ore deposits in the world, yielding a density of 25–60 kg/m² of gold (Au). The gold mining in this region has been going on for over two millennia and had started long before the Roman conquest of Dacia in the early 2nd century AD. Until the 1960s, when the high content gold ore deposits (over 3–5 grams/tonne native gold with lead and zinc content) were depleted, approximately 300–350 tonnes of native gold had been mined. The mining activity continued from 1970s as directed by Roșia Montană Mining Enterprise (IMRM), when dacite rocks impregnated with auriferous pyrite (less than 0.2–2 g/ tonne Au) were exploited in the quarry called the “Roman Citadel” mining area. This mining area produced outstanding amounts of gold ore, but its real economicity is still controversial. The mining activity ceased in 1995 due to an obvious inefficiency, which up to that point had only been suspected. Other factors that contributed to this cessation were the lack of adequate technical equipment for exploitation, processing and transportation. In 1995 the prospecting and exploitation at Roșia Montană was taken over by the Gabriel Resources Ltd. In 2000, this company became part of Roșia Montană Gold Corporation company (RMGC), which obtained the license to exploit the estimated ore reserves. The mining project was accepted and rapidly promoted. This project was to start as soon as possible without a geo-economic review regarding the geological and metallogenic background, the economic viability of the ore reserves, the extension of the mining processes, the risk of environmental pollution, as well as the destruction of the natural heritage. The geological background, partly documented, was almost completely modified, especially the parts regarding the main volcano-tectonic elements. The current metallogenic evolution model, derived from the former model, is considered to be a maar-diatreme complex megastructure able to support the huge potential of the gold ore reserves, estimated to be approximately 215 million tonnes of auriferous pyrite (1.56 g/tonne Au and 1.8 g/tonne Ag). The whole amount of gold ore resources is estimated to be about 350 million tonnes, from which about 300 tonnes of gold and about 1,600 tonnes of silver could be recovered. This amount does not include the adularia (potasse feldspar), which represents the main secondary component of the auriferous pyrite ores. The chemical analyses of the feldspar concentrates obtained from pyrite ores and/or wastes show the following concentrations: 13% K₂O, 0.2% Na₂O, <0.3% Fe₂O₃, 16.7% Al₂O₃, and 67.5% SiO₂. The homogeneity of the gold contents values in the four mining areas contradicts the gold distribution related to the hydrothermal metamorphism. The richest zones are related only to the dacite rocks hydrothermally altered with quartz-adularia±sericite assemblage. This type of hydrothermal metamorphism is close to the veins, stockworks and mineralized breccia. Peripheral to the dacite bodies (sericite + adularia; clay mineral assemblages) and deeper than the main mining horizon (+714 m) the contents of gold, silver and K₂O are obviously decreasing. Due to a selective exploitation of the rich gold ore (over 0.6 g/tonne Au) during the early mining stages, it's supposed that the ore with a lower gold content (<0.6 g/tonne Au) was dumped with the wastes. The total unused amount of gold ore is estimated to be much more than 6.5 million tonnes. These wastes were abandoned and will likely continue to be abandoned in the near future due to a lack of profit. Even considering the economic importance of adularia, the majority of the above mentioned studies and observations are the reason for stopping all the current mining exploitation projects. This proposal would be validated by the reexamination of the current RMGC project versus the conclusions of former research projects. According to many research ideas regarding the metallogenic area in Roșia Montană that have already been presented and analyzed, we are suggesting two alternative solutions that can be applied simultaneously. Both these solutions have economic benefits that can replace and perhaps even surpass the funding lost by the cessation of mining in the area. The first solution would involve creating conditions for Roșia Montană and its surroundings to become a tourist attraction, as it represents one of the oldest gold mining heritage sites in the world. The second solution would include the reevaluation of exploitable auriferous pyrite (py-Au), base metal (Au±Pb,Zn,Cu) and copper (Cu-Au) accumulations within the complex metallogenic area of the Metaliferi Mountains (i.e. Bucium-Roșia Poieni, Zlatna, Brad-Săcărâmb). Some of these ore deposits were ready for mining since the 1980s, and some others with indicated resources proposed for detailed exploration.

Key words: geo-economic analysis, geological background, economic viability, gold ore deposits, auriferous pyrite, adularia, alternative solutions.

Résumé. L'analyse géo-économique met en évidence le fait que, en comparaison avec les résultats des programmes de recherche antérieurs, le projet d'exploitation RMGC révèle une série de non-concordances majeures discutables et un grand nombre d'omissions en ce qui concerne la manière d'évaluation géologique-métallogénique et l'estimation de la viabilité économique de ce projet. Le support géologique du projet, partiellement documenté et argumenté, est presque entièrement modifié, en contraste avec les aspects structuraux tectono-volcaniques primaires. Le modèle d'évolution des processus métallogéniques, dérivé de la forme classique connue, a été adapté et transposé dans le contexte d'une mégastucture complexe de type maar-diatrème, susceptible de soutenir l'existence d'un potentiel surdimensionné de ressources et de réserves économiques ou potentiellement économiques présumées, de minerai aux pyrites aurifères, dont le principal minéral associé utile – l'adulaire – n'en a pas été inclus. D'autres aspects contradictoires avec des effets nuisibles peuvent en découler, quelques-uns résultant de la manière d'extraction et de traitement du minerai, sélective et par étapes, dans une première phase uniquement des zones les plus riches, d'autres de la distribution disproportionnée du bénéfice entre l'Etat et la RMGC et de la manière défavorable dans laquelle a été convenue la gestion des risques majeurs prévisibles, de pollution de l'environnement et de destruction des valeurs du patrimoine. Les observations signalées engendrent des incertitudes et des doutes qui minimisent la crédibilité du projet RMGC, en plaidant de tous les points de vue pour son abandon et, en principe, pour l'abandon de toute autre initiative d'exploitation – conclusion qu'on pourrait vérifier par une réexamination du projet RMGC en rapport avec les programmes de recherche antérieurs. A partir d'autres calculs économiques préliminaires, on peut prendre en considération deux solutions alternatives complémentaires, applicables simultanément. La première recommande la remise en état et le réaménagement de la zone de Roşia Montană et de ses alentours en tant que site touristique (réservation) à valeur patrimoniale universelle unique. La deuxième alternative consiste dans la stimulation de l'intérêt pour la mise en valeur et la reprise des recherches sur les accumulations de pyrites aurifères, polymétalliques aurifères et cupro-aurifères des Monts Métallifères (districts Bucium-Roşia Poieni, Zlatna, Brad-Săcărâmb), dont certains sont prêts pour l'exploitation, étant proposés d'ailleurs dès années 80, tandis que d'autres ont été recommandés pour une exploration de détail.

Mots-clés: analyse géoéconomique, évaluation géologique, potentiel de ressources et de réserves économiques – potentiellement économiques, viabilité économique, gestion des risques de pollution de l'environnement, minerai de pyrite aurifère+adulaire.

INCERTITUDES, CONTROVERSES ET RISQUES IMPUTABLES AU PROJET D'EXPLOITATION ROŞIA MONTANĂ GOLD CORPORATION (RMGC)

Membre du groupe sélecte des gisements auro-argentifères les plus riches du monde, Roşia Montană constitue en même temps un centre emblématique, du fait de son ancienneté et de l'activité d'extraction et de traitement d'une longévité multimillénaire, qui y a été démarrée bien avant l'Antiquité pré-romaine. Vers la fin des années '60, au fur et à mesure de l'épuisement des minéralisations auro-argentifères (>0,3-0,5 g/t Au) – riches également en or natif – situées à la partie supérieure du gisement, on est arrivé à considérer que le grand potentiel en ressources des dacites imprégnées de pyrites aurifères (0,2-2 g/t Au) exploitable à ciel ouvert pourrait assurer l'avenir de l'activité minière. A partir de cela, en 1970 a été conçu et mis en marche, sous une forte pression politique, le projet envisageant l'exploitation en carrière du périmètre minier Cetate, sans les moyens et un équipement technique d'extraction, préparation et transport appropriés, activité sans rentabilité économique prouvée, qui a été arrêtée en 1995. Ensuite, Roşia Montană – listée par l'Agence Nationale pour les Ressources Minières parmi les périmètres miniers concessionables pour des travaux de prospection et d'exploration – a été concessionnée à la société canadienne privée Gabriel Resources, assimilée en 2000 par la société RMGC, qui en avait obtenu également le titre minier pour exploiter les ressources mises en évidence.

Le projet RMGC, agréé par les autorités, a été médiatisé de manière univoque et poussé jusqu'à la phase finale de validation, en absence d'une analyse géo-économique fondamentale et sans qu'on tienne compte des résultats, conclusions et propositions avancées dans les programmes de recherche scientifique antérieurs (1957–2000). Ce projet a été soutenu et promu, sans les précautions élémentaires et surtout pour des raisons sociales, à partir d'illusoire conséquences économiques

favorables – sans être même mise en discussion la valabilité de ses éléments géologiques, gîtologiques et métallogéniques fondamentaux.

Les seules réactions et observations critiques véhiculées au sujet de ce projet par les media ont porté seulement sur les dommages majeurs, à long terme, touchant l'environnement, la pollution aggressive de l'habitat et la destruction irréparable des patrimoines culturel, historique et minier réunis à Roșia Montană, l'un des derniers sites de ce type, situé dans un paysage mirifique, dont les éléments architectoniques, les habitudes et les coutumes culturelles traditionnelles ont été conservées depuis de siècles. Cette opposition a été soutenue de manière solidaire et continue, sur le plan national et international, par la société civile, par des personnalités réputées, ONG et diverses fondations, et la même position a été officiellement exprimée de par l'Académie Roumaine, qui a signalé et souligné les conséquences nuisibles du projet. Il faut d'ailleurs rappeler que, dans le cadre des candidatures des autres bassins miniers au patrimoine mondial de l'UNESCO, les experts ont unanimement pointé l'habitat minier comme étant l'un des plus forts atouts de la candidature, par sa valeur exceptionnelle, son authenticité et son intégrité.

Afin d'éviter les graves erreurs qui surviennent fréquemment en périodes de recession/crise économique, l'examen du projet RMGC aurait dû partir dès le début d'une analyse comparative, d'une confrontation avec les conclusions des programmes de recherche géologique déroulés depuis les années '50 jusqu'en 2000 – au sujet de la valabilité du support géologique-métallogénique, de la viabilité économique et potentiellement économique des ressources et des réserves, de l'opportunité de démarrer les travaux d'exploitation dans les conditions proposées, un débat susceptible d'offrir une base élargie de connaissance et d'assurer une négociation correcte, comportant également des clauses restrictives/obligatoires pour le programme convenu, sur tout le parcours des travaux: extraction/traitement, remise en état et réaménagement des zones touchées.

L'Institut Géologique de Roumanie – autorité scientifique dans ce domaine – est en possession, du fait de son statut scientifique, d'un portefeuille unique de données géo-économiques: études et/ou projets d'évaluation du potentiel de ressources et de réserves, comportant des thèmes et des programmes de recherche, systématisés par types de substances utiles et par cibles, à divers états opérationnels – travaux effectués par l'IGR, souvent en collaboration avec les autres entreprises/instituts de recherche géologique: IPGC, IPEG, l'Université de Bucarest et l'Académie Roumaine. Ces données ont été en permanence à la disposition de tous ceux intéressés. Toutes ces données nous portent à conclure que Roșia Montana – tout en admettant même qu'elle représenterait, comme on l'a prétendu, la plus grande accumulation de pyrites aurifères de l'Europe – constitue quand même, avec certitude, la plus grande source de feldspath potassique (l'adulaire présent dans le minerai de pyrite aurifère), dont les possibilités de valorisation dans plusieurs branches industrielles ont été déjà démontrées.

Même si cette étude de cas – réplique au projet RMGC – destinée à informer et prévenir – sera ou non prise en considération avant une décision finale, son but a été de mettre en évidence les données, les aspects, les options et les conclusions géo-économiques ignorées par le projet RGCM et laissées en dehors des débats officiels favorisant ce projet.

LE CHAMP MINIER ROȘIA MONTANĂ – TRACÉ HISTORIQUE

Le gisement Roșia Montană s'inscrit parmi les unités génétiques à grande capacité (densité) de métallisation, avec une moyenne 25 kg Au/m² estimée pour les périmètres miniers productifs, valeurs sensiblement accrues – de jusqu'à 50–60 kg Au/m² dans les pièges géologiques coincées au sein des structures des corps dacitiques Cărnic et Cetate, les plus grandes valeurs connues jusqu'à présent – qui ont constitué en permanence un objectif stratégique, mais aussi une source de profit toujours convoitée. Les données archéologiques, historiques et celles témoignant de l'activité minière, de

traitement et de valorisation, ainsi que les informations offertes par le matériel documentaire disponible, ont enregistré le début d'une première étape d'exploitation intensive et organisée pendant l'occupation romaine (106–272 e.n.). Dans cet intervalle, on a extrait du gisement Roşia Montană, ainsi que des autres gisements découverts dans le Quadrilatère aurifère (les zones Bucium, Brad, Zlatna) cca. 400 t Au, dont on suppose la majeure partie provenant du champ minier Roşia Montană, particulièrement des périmètres Cetate et Cârnic, qui offraient une approche pratiquement sur toute la surface des deux corps dacitiques minéralisés, au moyen des galeries exécutées le long des filons. Dans les zones les plus riches, les travaux se sont développés également sur la verticale ou par de nombreuses excavations en surface, certains remontant probablement à la période dace. Cette étape, marquée par un réseau de travaux antiques, en grande partie encore conservé – à l'exception du monticule Cetate (entièrement détruit en dessus de la côte 900 m, les fameuses "cours romaines" = espaces vides correspondant aux stockwerks aurifères extrêmement riches en or), avait enregistré également la première grosse perte d'une immense quantité d'or enlevée au sous-sol dace – (N. Densuşianu, 1913; I. Rusu-Abrudean, 1933; I. Haiduc, 1940; N. Maghiar, Şt. Olteanu, 1970; A. Sîntimbrean, V. Wollman, 1974; V. Wollman, 1976; B. Roman *et al.*, 1982; A. Sîntimbrean, 1989; L'indicateur Minier de la Roumanie pour l'année 1925; L'annuaire Statistique de la Roumanie pour l'année 1938; Encyclopédie de la Roumanie, 1939). Les travaux d'exploitation ont continué par intermittences, sous diverses conjonctures sociales, économiques et politiques et à des rythmes accrus de production, dès le XV-ème siècle et durant les siècles XVIII–XIX. Ils ont été impulsés aussi – à partir de la deuxième moitié du XVIII-ème siècle – par les résultats des premiers travaux de recherche géologique entrepris à Roşia Montană par des spécialistes allemands, autrichiens et hongrois (Fr. von Hauer, 1821; J. Grimm, 1852; B. von Cotta, 1861; St. Weis, 1862; Fr. Possepny, 1867, 1869, 1870, 1876; G. Tschermack, 1868; I. Szabo, 1876; C. Doelter, 1874; G. Rath, 1876; G. Teglas, 1890; H. Wolf, 1895, 1896; Al. Gessel, 1900; M. Palfy, 1912; E. Semper, 1910). Un progrès remarquable dans la connaissance et dans l'évaluation du potentiel économique du champ minier de Roşia Montană, avec des effets positifs sur la réactivation de l'activité minière, a été acquis après l'ouverture des corps minéralisés de profondeur, par la galerie magistrale Sf. Cruce din Orlea (côte 714 m), creusée entre 1785–1790, avec des ramifications transversales dirigées dans les secteurs miniers Cârnic, Cetate, Ţarina, Orlea, Igre-Văidoaia. Cette galerie, plus tard (surtout après 1918) élargie, réhabilitée et modernisée, va rester constamment la principale voie d'accès et de transport du minerai, jusqu'à l'épuisement total du gisement à sa partie supérieure, riche en or natif. A partir de là, les travaux d'exploitation se sont prolongés, par plusieurs puits, jusqu'au niveau des horiz. –30 m et –60 m, tout en enregistrant une baisse généralisée des teneurs à <3–5 g/t Au (T. P. Ghiţulescu, M. Socolescu, 1941). En 1845, la galerie Sf. Cruce din Orlea a été transférée au patrimoine de l'État. En même temps étaient maintenues opérationnelles, au-dessus de cet horizon principal, sous la juridiction de l'Association des propriétaires, environ 189 mines (galeries), en majeure partie dans les périmètres miniers Cetate et Cârnic. Entre 1888–1913, leur nombre a atteint 207, et une augmentation de la production d'or y a été enregistrée (Sîntimbrean, 1989). Après la Première Guerre Mondiale, à mesure de la consolidation de l'État national roumain, Roşia Montană a connu, elle-aussi, des conditions favorables au développement de l'activité minière, à la fois sous l'aspect législatif, grâce à l'apport de la recherche scientifique et résultant du progrès technique enregistré dans les activités d'extraction et de traitement. Par conséquent, la production a monté de 27–36 kg Au/an entre 1923–1925, jusqu'à 188 kg Au en 1938.

La première monographie, avec une carte géologique attachée, à l'échelle 1:75.000 (T. P. Ghiţulescu, M. Socolescu, 1941), reste en général valable même à présent et représente un repère en ce qui concerne la manière d'interprétation corrélée des données géologiques/géologiques pour l'ensemble des Monts Métallifères et pour chaque gisement du Quadrilatère Aurifère à part. Le gisement Roşia Montană a bénéficié aussi d'une étude minéralogique de détail, tout aussi représentative (N. Petruian,

1934), avec la première mise en évidence des répers métallogéniques, ce qui va encourager l'activité de recherche ultérieure.

Jusque dans les années '60, quand les réserves de minerais aurifères avec des teneurs élevées (plus de 3–5 g/t Au+Au natif \pm <Pb,Zn) étaient épuisées, environ 350 t Au métal en avaient été extraites. Dans l'intervalle des années 1961–1963, afin d'éviter le déclin de l'exploitation des minéralisations aurifères qui a marqué la fin des années 50, à partir d'un échantillonnage en surface et au souterrain dans les limites de la zone altérée-minéralisée à imprégnations de pyrite aurifère, IMRM (l'Entreprise Minière Roșia Montană) a obtenu des résultats considérés satisfaisants pour l'évaluation d'une ressource à grands volumes de minerais de pyrites aurifères, plus riche et représentative dans le périmètre Cetate (0,2–2 g/t Au). Depuis 1970, à l'initiative de l'IMRM, l'activité minière a continué par l'exploitation des dacites imprégnés de pyrite aurifère, dans la carrière du corp Cetate, considéré cible prioritaire de perspective, avec d'importants volumes de minerai, dont la rentabilité réelle n'a jamais été précisée. Cette activité s'est prolongée avec des performances économiques médiocres jusqu'en 1995, période marquée par la décapitation du monticule Cetate, avec la disparition des fameuses «cours romaines»; la partie supérieure de la carrière a pris progressivement contour, allant vers le fond en gradins jusqu'au niveau de la côte 875 m.

Vers la fin des années '50, quand plusieurs mines des Monts Métallifères ont été fermées, le Ministère des Mines et le Comité d'Etat pour la Géologie ont mis en marche un programme prioritaire de recherche géologique prévoyant des travaux de prospection et d'exploration complexes, appliqué dans les zones à perspectives des Monts Métallifères et de Baia Mare. A Roșia Montană, ce programme a débuté, avec l'appui de l'IMRM (et le soutien personnel de l'ing. en chef N. David), par des travaux de prospections géologiques en surface et au souterrain, afin de continuer et d'orienter l'exploitation à l'extension des corps minéralisés connus et/ou en d'autres secteurs aux indices favorables (R. Ștefan, Ioana Gheorghită, 1957; R. Ștefan, St. Cosma, 1958, Arch. IPGG, avec des résultats partiellement publiés – R. Ștefan, 1964). La recherche a continué irrégulièrement jusqu'à présent, par des études géologiques, géophysiques et de traitement des minerais faites à l'IGG, certaines en collaboration avec les entreprises IPGG Bucarest et IPEG Deva, en vue de rédiger les cartes géologiques métallogéniques de prognose, les documentations géo-économiques et d'évaluation du potentiel et les programmes de prospection et d'exploration de détail (mentionnées par sélection dans la bibliographie).

EVALUATION GÉOLOGIQUE, VIABILITÉ ÉCONOMIQUE ET RISQUES IMPUTABLES AU PROJET D'EXPLOITATION RMGC

Roșia Montană a été, malheureusement, pour la Roumanie une expérience perdante par excellence, qu'on doit éviter à tout prix. De la quantité totale d'or extraite dans les zones riches en or natif (à peu près 300–350 t), l'État roumain (y compris l'entité pré-statale) a bénéficié tout au plus de 7%. La plus grande tranche, d'environ 50%, a été exploitée et emportée pendant l'occupation romaine, le reste – en proportion de 43% – a été extrait et perdu au cours du Moyen Age et dans la période moderne contemporaine, jusqu'en 1918.

Le potentiel de pyrites aurifères restant après l'exploitation conduite par IMRM fait l'objet du projet RMGC, qui prévoit l'extraction et le traitement d'un volume de 215 mil.t. de réserves économiques de minerai de pyrite aurifère, avec une teneur moyenne de 1,56 g/t Au, réparti par quatre carrières (Cetate 57,3 mil.t., Cărnic 112,4 mil.t., Orlea 39 mil.t et Jig 5,4 mil.t, avec des teneurs moyennes, mais différant d'un périmètre à l'autre, entre 1,18–1,62 g/t Au). On y a estimé une capacité de production globale annuelle de 20 mil.t et une capacité d'extraction totale de 300 t Au et 1.600 t Ag. A notre avis, ces quantités sont surévaluées et discutables, selon ce qu'on peut d'ailleurs déduire des données-mêmes du projet (Roșia Montană étant considéré le plus grand gisement de ce type de

l'Europe, cf. S. L. Manske *et al.*, 2006) et/ou des résultats et des conclusions des recherches antérieures déroulées par les entreprises/instituts impliqués dans l'évaluation des perspectives de cette cible.

Il y a aussi d'autres opinions, favorables au projet RMGC (St. Leary *et al.*, 1977; C. G. Tămaş, J. P. Milési, 2002, 2003; C. G. Tămaş, D. Fl. Costin, 1992; J. Aston, J. Knigh, 2004; O'Connor *et al.*, 2004; A. Minuţ *et al.*, 2004; S. Manske *et al.*, 2006; C. G. Tămaş, 2007), ayant pour point de départ une même manière d'interprétation des données géologiques et métallogéniques, totalement différente par rapport aux conclusions de la recherche antérieure (1957–2000), supposant l'existence d'une mégastucture complexe de type maar-diatrème, avec des implications tectono-volcaniques favorables à un déroulement d'amples processus métallogéniques, susceptibles de soutenir des volumes exagérés de ressources et de réserves potentiellement économiques. Ceux-ci totaliseraient environ 400 mil.t., avec une teneur moyenne de 1,3 g/t Au et 0,6 g/t Ag, dont ont été déduites 352 mil.t. ressources mesurées et indiquées. On estime que, de ces réserves correspondantes, prouvées, probables et indiquées, de 215 mil.t., avec des teneurs de 1,56 g/t Au et 7,8 g/t Ag, comparables à celles figurées dans le projet, on pourrait extraire tout au plus 275 t Au et autour de 946 t Ag (John Aston, John Knight, 2004).

D'une autre part, si l'on considère aussi la distribution en général non-homogène de la minéralisation de pyrite aurifère et la tendance générale, clairement exprimée, des teneurs en Au à diminuer sur la verticale en profondeur et sur l'horizontale vers les zones périphériques, en fonction des types d'altération hydrothermale, on peut conclure que la quantité d'or et d'argent récupérable pourrait être même bien encore moins grande. Il faut également tenir compte du fait que les volumes de minerai pauvre (0,6 – <0,6 g/tAu) mis séparément en dépôts, destinés à être traités les dernières années d'exploitation et dans l'après-mine, sont susceptibles d'augmenter encore plus, et de manière substantielle, par rapport à ceux mentionnés (6,5 mil.t), ayant toutes les chances de rester non-valorisés, ce qui constitue un risque supplémentaire et une réduction de la quantité de métal promise. Sans disposer de toutes les données nécessaires, on peut toujours mettre en discussion la méthodologie de calcul des réserves, ainsi que les critères de confirmation des réserves économiques, dans une situation quand ces données viennent, en majeure partie (probablement plus de 80%) d'un échantillonnage par forages, suspect d'avoir une valeur plutôt orientative, confirmée surtout dans le cas des accumulations d'imprégnation-dissémination – une autre source à craindre de diminution de la quantité de métaux présumés. Dans ces situations, vérifiables, les teneurs moyennes – calculées à l'aide de n'importe quelles méthodes – ont été toujours plus grandes que celles obtenues par un échantillonnage continu en galeries exécutées à divers niveaux. En pareilles conditions, les calculs économiques avancés s'appuient sur des études de faisabilité précaires, sur un support géologique/ métallogénique discutable, incapable de garantir l'existence du potentiel économique présumé.

Il faut revenir également au fait qu'aucune explication n'a été donnée en ce qui concerne la possibilité de valoriser le feldspath potassique à la fois avec l'or et l'argent, sur le parcours du même processus d'extraction et traitement, dont on pourrait en obtenir minimum 25–30 mil. de concentrés de feldspath potassiques avec des teneurs remarquables, de 13% K₂O, 0,2% Na₂O, 0,15–0,3% Fe₂O₃.

Au point de vue financier, la disproportion évidente du bénéfice (le profit global présumé) des deux partenaires, rapporté aux désavantages (les risques inévitables), est tout à fait injustifiée et inacceptable:

– L'État roumain, avec un profit minimum (seulement 20% par actions, 4% des redevances et d'autres revenus improbables, provenant des taxes et d'impôts incertains), restera vulnérable à tous les risques prévisibles, inhérents sur le parcours du processus d'exploitation et dans l'après-mine.

– RMGC, avec un profit maximum de 80%, assuré de tous les points de vue d'avoir une rentabilité garantie, tout d'abord grâce à un système séquentiel et sélectif d'extraction/traitement (les carrières et les zones riches dans une première phase, ensuite les dépôts de minerai plus pauvre – 0,6 et <0,6 g/t Au) – même dans le cas d'une exploitation partielle du gisement. D'autres risques sont à

attendre d'une éventuelle absence de clauses restrictives, prévues à obliger la RGCM d'endosser ses responsabilités en cas d'interruptions des travaux d'exploitation/traitement, de modifications du programme convenu ou même d'abandon des travaux ou si, pour des situations pareilles, n'ont pas été stipulées des mesures supplémentaires de protection et réhabilitation de l'environnement.

RÉSULTATS DES PROGRAMMES DE RECHERCHES DÉROULÉS DANS LES ANNÉES 1957–2000

L'image géologique structurale des Monts Métallifères, reactualisée avec l'apport substantiel des données géophysiques (J. Andrei, 1969, 1984; J. Andrei *et al.*, 1966–1968, 1972, 1980; J. Andrei, in: M. Borcoş *et al.*, 1992) afin de déchiffrer la structure de profondeur (2–4 km), tout en délimitant les éléments de corrélation tectono-magmatique et métallogénique (cf. Map of Metalliferous Mountains of Transylvania – Alpine structural-magmatic-metallogenetic markers, scale 1: 200.000, M. Borcoş *et al.*, 1998b, non-publiée, Arch. IGR), a été détaillée pour chaque zone volcanique néogène à part, sur les cartes métallogéniques à l'échelle 1:50.000 (les feuilles Brad, Zlatna, Bucium, Deva – non publiées, M. Borcoş *et al.*, 1986–1992, Arch. IGR), ainsi que sur les cartes structurales métallogéniques aux échelles 1:5.000, 1:10.000 et 1:25.000, déduites des données géologiques et géophysiques, portant sur les mêmes zones (S. Bordea *et al.*, 1979; M. Borcoş *et al.*, 1982–1998, Arch. IGR). Les informations supplémentaires acquises ont permis, dans une première phase, la modélisation des processus d'évolution métallogénique, qui a reçu finalement une forme mieux élaborée (conforme à la méthodologie appliquée par les services géologiques américains et canadiens), pour les types représentatifs de minéralisations épithermales et *porphyry copper* (Ş. Vlad, M. Borcoş, 1996, 1998, 1999). Cette base de données a constitué le support des programmes de recherche/exploration, focalisés à priorité sur les cibles des zones à perspectives mises en évidence. On est arrivé ainsi à constater que, sans exception, toutes les zones volcaniques des Monts Métallifères, de même que les zones à forte mobilité métallogénique, sont projetées en profondeur dans l'espace de certaines structures magmatiques plutoniques, à nombreuses culminations, localisées à des profondeurs variables, de ± 0 jusqu'à plus de -2.000 m. (J. Andrei, in M. Borcoş *et al.*, 1992). Dans tous ces cas – pour la plupart vérifiés par des forages – on peut prouver l'existence d'une relation cogénétique intime entre les structures volcaniques et/ou subvolcaniques affleurées/subaffleuées et les culminations des plutons, relation installée dans des conditions d'une dynamique tectono-magmatique complexe, avec des particularités locales, à laquelle sont directement liées l'évolution des processus d'altération hydrothermale et l'accumulation des concentrations auro-argentifères, polymétalliques aurifères et cupro-aurifères (M. Borcoş *et al.*, 1992), mises en évidence entre les limites des étages minéralisés d'hauteurs variables, allant de 500 à 2.000 m.

L'image structurale définie pour la zone volcanique néogène de Bucium-Roşia Montană trouve sa place dans le schéma d'évolution géologique mentionné (Fig. 1). Dans ce cas-là aussi, on constate le rôle et la position des culminations des plutons, ainsi que leur liaison avec les structures subvolcaniques/volcaniques et la localisation préférentielle des types de minéralisations épithermales et porphyry-épithémales cupro-aurifères, par rapport à la présence du corps plutonique de composition dioritique-granodioritique. On a constaté également que cette distribution était dépendante du système de fractures tectono-magmatiques laramiennes régionales, orientées NW et EW, réactivées par le magmatisme néogène, ainsi que du système de fractures néogènes récemment créées au cours de cette activité, orientées particulièrement NE (Fig. 2, 3; cf. la Carte géologique de Bucium, échelle 1:50.000, S. Bordea *et al.*, 1979; la Carte métallogénique de Bucium, échelle 1:50.000, M. Borcoş *et al.*, 1992, 1994).

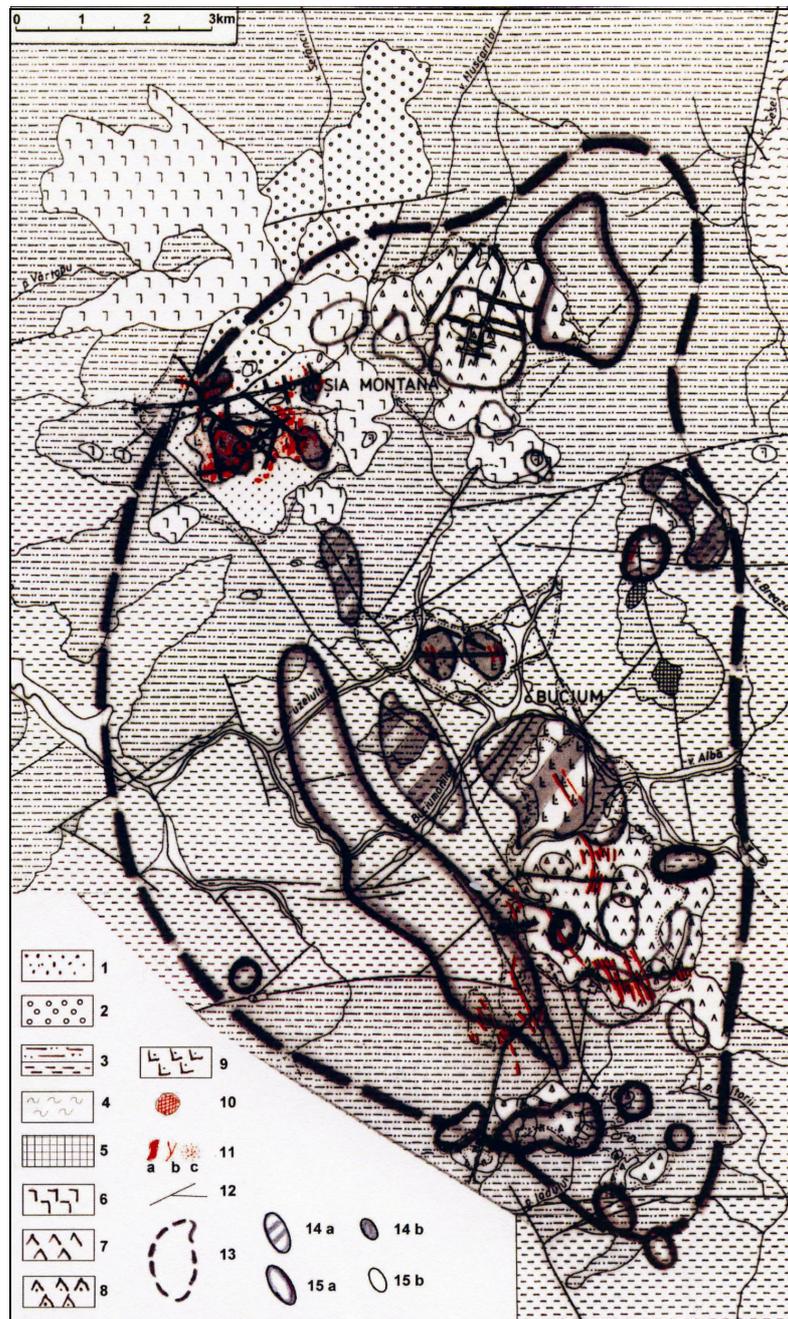


Fig. 1 – Schéma structural-métallogénique du district Bucium-Roşia Montană, avec la localisation des systèmes de type épithermal (aurifère, polymétallique aurifère) et de type porphyry épithermal (cupro-aurifère) (données géophysiques, cf. J. Andrei, R. Crahmaliuc). A. Eléments géologiques: 1. Formation volcano-sédimentaire badénienne; 2. Formations sédimentaires crétacé sup.-paléocènes; 3. Couverture sédimentaire crétacée (a. supérieur, b. inférieur); 4. Formations métamorphiques; 5. Andésites basaltiques type Detunata pliocène-quatérnaires; 6. Andésites aux amphiboles et pyroxènes type Rotunda ? pontiens; 7. Andésites-andésites quartzifères aux amphiboles et pyroxènes+biotite type Tarniţa-Poieni badénien-sarmatiens; 8. Andésites-andésites quartzifères aux amphiboles et pyroxènes type Barza badénien-sarmatiens; 9. Dacites type Roşia Montană-Frasin-Conţu badéniens; 10. Accumulations type porphyry épithermal – cupro-aurifères; 11. Accumulations épithermales aurifères/ polymétalliques aurifères (a. stockwerks, b. filons, c. imprégnations). 12. Faille. B. Eléments géophysiques: 13. Pluton néogène (diorites quartzifères-granodiorites); 14. Culminations du pluton a), structures volcaniques/subvolcaniques affleurées-subaffleurées à composition granodioritique b); 15. Culminations du pluton a), structures volcaniques/subvolcaniques à composition dioritique-quartzdioritique.

Les accumulations aux minerais auro-argentifères, riches également en or natif, et celles de pyrites aurifères du type Roşia Montană-Rodu, Frasin-Conţu se projettent dans la zone médiane du pluton, sur des tracés d'alignements tectono-magmatiques orientés NW, ayant des effets visibles de compartimentation dans son segment central NW, accompagnés dans une première phase par des produits volcaniques acides (rhyolitiques), suivis de dacites et ensuite de processus phréato-magmatiques et métallogéniques (Fig. 2). De ce fait, le champ minier Roşia Montană correspond à un bassin de subsidence fragmenté en gradins par des fractures orientées de préférence NW et NE, constitué d'une formation volcano-sédimentaire classique, percée par des corps dacitiques minéralisés (M. Borcoş, G. Mantea, 1968; M. Borcoş *et al.*, 1992, 1994, 1998); dans le projet RMGC, ce complexe volcano-tectonique a été interprété comme représentant une mégastucture complexe de type maar-diatrème, dont le rôle métallogénique a été exagéré. L'épaisseur des dépôts volcano-sédimentaires varie entre 200–400 au bord du bassin, pour grandir ensuite dans la zone centrale jusqu'à 700–800 m. La formation volcano-sédimentaire est constituée d'une succession de litotypes sédimentaires: grès, sables, marnes argileuses, mélangés et en alternance avec des produits piroclastiques rhyolitiques, en majeure partie ressemblant à ceux des bassins tertiaires Brad-Săcărâmb et Zlatna, d'âge crétacé supérieur-paléocène (G. Cioflică *et al.*, 1966, ensuite unanimement acceptée; M. Borcoş *et al.*, 1986). De la même manière ont été estimées la profondeur du bassin et la position des corps dacitiques, au moyen de la modélisation des données gravimétriques/magnétométriques (J. Andrei, R. Crahmaliuc, la Carte métallogénique de Bucium, éch. 1:50.000). On estime que, dans cette zone, la culmination du pluton se range dans l'intervalle des côtes –1.500 à –500 m, à savoir à environ 1.000–1.500 m au-dessous du niveau de la galerie principale Sf. Cruce din Orlea (714 m). Dans ces conditions, il est possible d'avoir sur la verticale, au-dessus de la culmination du pluton, un intervalle de tout au plus 2.000–2.500 m, dans lequel on pourrait supposer la présence des structures subvolcaniques-volcaniques dacitiques, responsables de l'évolution des processus phréato-magmatiques et d'altération/minéralisation délimités à la partie supérieure de cet intervalle, estimé entre les limites d'un étage minéralisé d'environ 700–800 m (Fig. 3). De cette manière – qui implique une dynamique accélérée dans l'évolution des processus d'ascension du magma et dans la consolidation des structures subvolcaniques/volcaniques près de la surface et à petite profondeur – il serait possible d'expliquer:

- les caractéristiques pétrogénétiques, structurales et texturales des dacites, partiellement consolidés en même temps en milieu aquatique;
- le degré avancé et diversifié de fissuration/brechification de nature tectono/phréato-magmatique, qui a eu lieu en même temps que l'entraînement du matériel sédimentogène non consolidé, partiellement incorporé aux corps dacitiques,
- l'intensité et la récurrence des processus de bréchification, d'altération/minéralisation et de distribution non-homogène, contrôlée, de ces deux types de minerais aurifère (>5 et ≥ 5 g/t Au) et du type de pyrite aurifère, avec des teneurs variant généralement de $< 0,2$ à ≤ 2 g/t Au.

Pareilles observations, soutenues par les études de géothermométrie (M. Borcoş, 1967, 1970), ont préfiguré le schéma génétique d'évolution des processus volcaniques- métallogéniques, repris et optimisé plus tard (M. Borcoş *et al.*, 1992, 1994, 1998). Ensuite, à l'occasion des études déroulées dans le cadre d'un programme de coopération scientifique convenu entre l'IGG et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) entre 1991–1993, a été reconnue pour la première fois la présence des produits phréato-magmatiques dans le massif Gutâi et la signification de cette activité dans la métallogenèse associée au volcanisme néogène (J. P. Milési *et al.*, 1994; A. Genna *et al.*, 1994). Dans le même programme, lors d'une excursion géologique informale dans les Monts Métallifères, J. Milési a mis en évidence la présence de la brèche phréato-magmatique à Roşia Montană, dans la carrière Cetate (Plate tectonics and metallogeny, in the South Carpathians and Apuseni Mts., Ed. M. Borcoş, Ş. Vlad, 1994), nouveauté signalée à la fois par A. Ştefan *et al.* (1994).

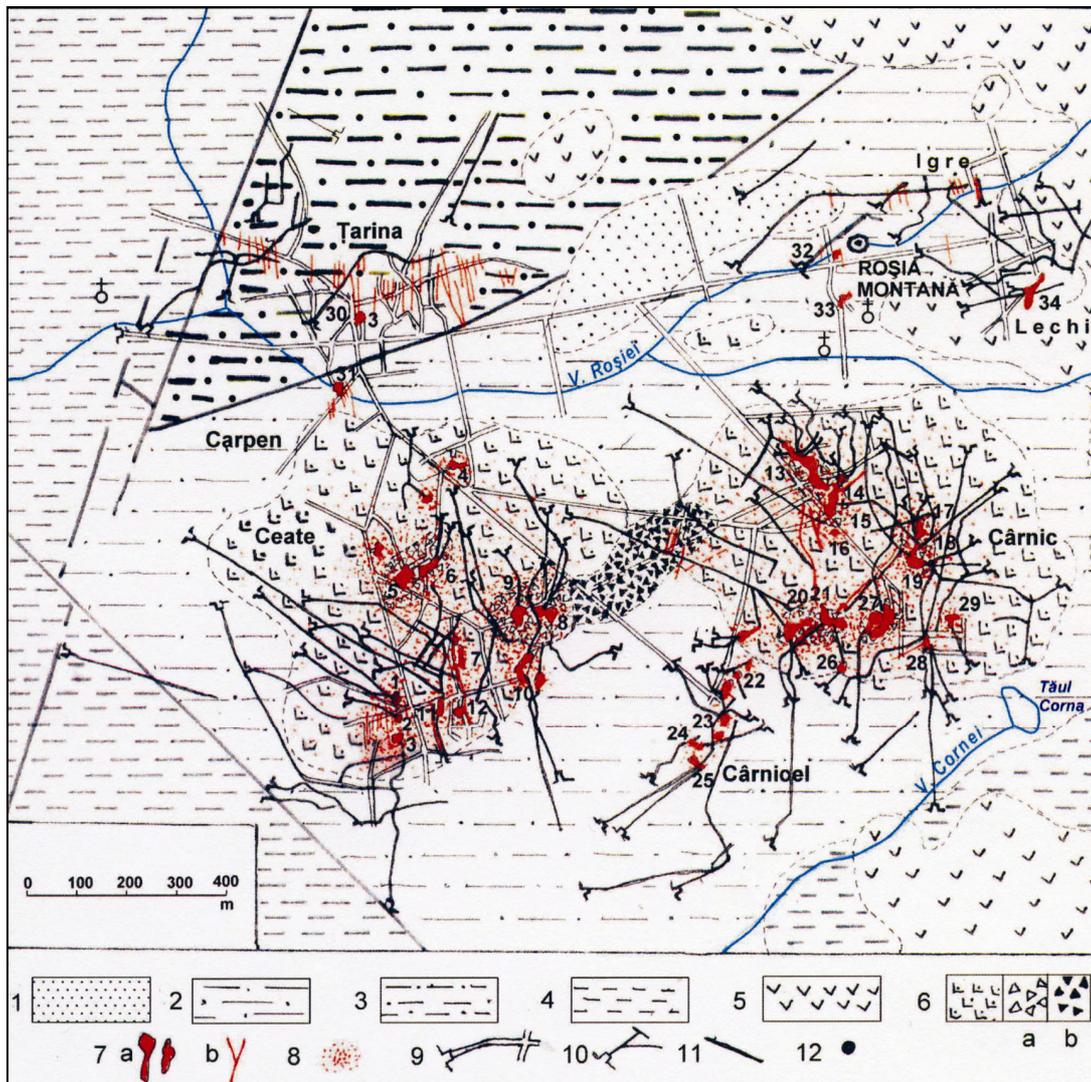


Fig. 2 – Le champ minier Roşia Montană (données minières cf. T. P. Ghiţulescu, M. Socolescu, 1941; aux éléments supplémentaires; 1. Molasse marine lacustre (pn); 2. Formation volcano-sédimentaires rhyolitique (bn); 3. Flysch gréseux argileux (K2Pg1); 4. Couverture sédimentaire crétacée (sn); 5. Andésites aux amphyboles et pyroxènes type Rotunda (pn); 6. Dacites type Roşia Montană (bn), corps de brèches a) tectoniques, b) phréato-magmatiques; 7. Minéralisations auro-argentifères a) stockwerks, b) filons; 8. Imprégnations de pyrite aurifère; 9. Galerie – horizon principal Sf. Cruce din Orlea; 10. Galerie en dessus de l’horizon principal; 11. Faille; 12. Forage (1.200 m). Stockwerks exploités: 1. Roşete, 2. Ştefan, 3. Contact, 4. Iuno, 5. Borşa, 6. Ierusalem, 7. Chinga, 8. Racoş, 9. Mangan, 10. Cetate, 11. 34, 12.164, 13.Cănţălişte, 14. Tisa, 15. Cotreanţa, 16. Corhuri, 17. Spongchia, 18. Molid, 19. Beuţa, 20. Coşului, 21. Glam, 22. Piatra despicată, 23. Flanken, 24. Colopari, 25. Arini, 26. Ranta, 27. Valea Calu, 28. Coceşti, 29. Haba, 30.Tarniţa, 31. Carpen, 32. Foeş, 33. Belhazi, 34. Lechi.

Le minerai auro-argentifère, avec des teneurs remarquables en or natif, s’était concentré principalement dans les corps de brèches, dans l’espace des colonnes d’explosion (breccia pipe) connues surtout dans les necks dacitiques de Cetate et Cârnic, ainsi que dans de nombreux groupes filoniens, parfois associés, se plaçant toujours au-dessus de l’horizon –60 m (Fig. 3). Ce minerai, représenté à dominance par quartz et rhodocrosite, avec des apparitions d’or natif enchevêtré± subordonnément sulfures polymétalliques, est intimement associé au faciès d’altération potassique marqué par l’association quartz-adulaire-séricite (T. P. Ghiţulescu, M. Socolescu, 1941), observations qu’on retrouve dans les études ultérieures, sans avoir une signification économique supplémentaire

(I. Mârza, L. Ghergari, 1992; C. G. Tamaş, 2007). La succession minéralogénétique reconnue dans l'association de minéraux métalliques déterminée (pyrite, mispickel, blende, chalcopryrite, galène, or, alabandine, tétrahédrite, proustite, pearceite, argent, chalcopryrite II, marcassite – N. Petruşian, 1934 – qui reste valable jusqu'à présent) était considérée jusqu'à l'apparition de la tétrahédrite de nature hypogène; l'or y participe souvent à l'état natif. Des études récentes viennent reconfrmer la présence des associations – moins souvent rencontrées – des minéraux métalliques de la série electrum-sulfosels polymétalliques (C. G. Tămaş, 2007).

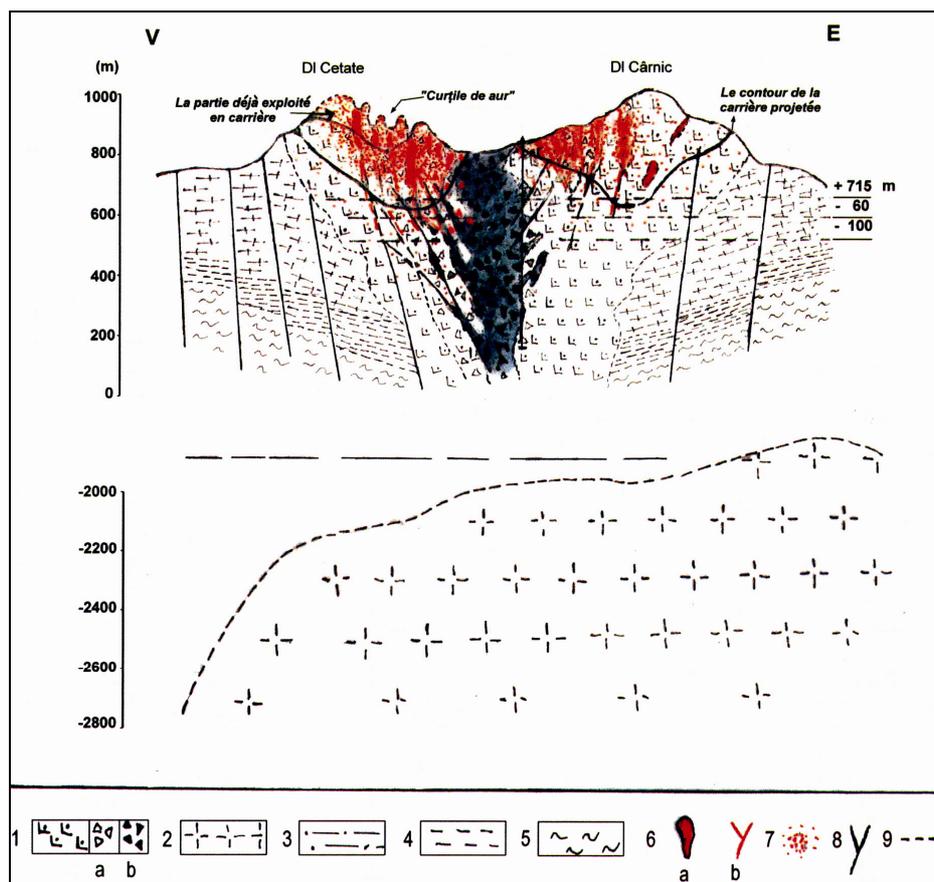


Fig. 3 – Coupe géologique à travers le gisement Roşia Montană. 1. Dacites type Roşia Montană (bn), corps de brèches a) tectoniques, b) phréato-magmatiques; 2. Culmination du pluton néogène; 3. Formation volcano-sédimentaire rhyolitique (bn); 4. Formations sédimentaires (K); 5. Formations métamorphiques; 6. Minéralisations auro-argentifères a) stockwerks, b) filons; 7. Imprégnations de pyrite aurifère; 8. Faille; 9. Horizon minier.

Le processus de pyritisation – généralisé dans les structures volcaniques dacitiques, en partie présent aussi dans les formations volcano-sédimentaires voisines – dépendant du faciès des dacites hydrothermalisés et de la perméabilité des roches circulées (systèmes de fractures, fissures et divers types génétiques de zones bréchifiées), marque le début de la succession minéralogénétique épithermale auro-argentifère, qu'il accompagne dans tous les stades de son évolution, en même temps ou en alternance avec les épisodes de bréchification tectono-volcanique et phréato-magmatique. Les pyrites aurifères plus riches en Au-Ag±sulfures polymétalliques sont fréquemment localisées dans les dacites altérés sous faciès potassique, du voisinage des stockwerks aurifères et des systèmes de filons exploités, dont les valeurs en or varient souvent entre 0,8–2 g/t Au (en général entre 0,8–1,3 g/t Au et 11–19 g/t Ag), et celles de K₂O, de 9 à 10% (M. Borcos *et al.*, 1982, 1983, Rap. géol, Arch. IGR).

Dans les dacites séricitisés±adulaire et dans ceux argilisés on a constaté que les valeurs de ces teneurs diminuaient entre 0,2–0,8 g/t Au et 6–9% K₂O. Dans ces conditions, la distribution globale de l’Au-Ag et de l’adulaire dans les périmètres miniers Cetate et Cârnic suggère de grandes oscillations de ces teneurs, enrichies ponctuellement par des apparitions sporadiques d’or natif, présent en nids mm. ou sur des fissures sous-cm. Par l’ensemble du gisement, la tendance générale de diminution de l’or dans les pyrites aurifères au-dessous de la galerie Sf. Cruce din Orlea a été vérifiée à l’occasion des travaux d’exploration exécutés par les entreprises IGEX Bucarest (à l’aide des sondages allant jusqu’à des profondeurs de 300, 500, 800 et 1.200 m) et IMRM, dans les galeries accessibles. Ces observations viennent contredire l’hypothèse d’une distribution plutôt homogène de l’or dans les minéralisations de pyrite soutenue par le projet, inspirée probablement aussi d’autres opinions qui insistent sur l’augmentation des teneurs en Au avec la profondeur, par rapport aux teneurs des minéralisations aurifères±or natif, qui diminuent dans le même sens (G. T. Tamaş, 2007), bien que les deux types de minéralisation cogénétiques se rattachent à la même phase/système épithermal à dominance law sulphidation.

Hormis les éléments associés Pb, Zn, Cu présents en quantités négligeables (0,3–0,5%), qui apparaissent particulièrement dans les systèmes filoniens, le minerai de pyrite aurifère renferme une association relativement constante d’éléments mineurs – Se, Te, Ga, Tl – avec des valeurs réduites (<50 – <100 ppm), déterminée dans les concentrés de pyrite aurifère (M. Cheşu, 1983; Pandelescu *et al.*, 1986), et d’autres éléments à présence sporadique mis en évidence à la limite de détection (Cd, In, Mn, As, Sb, Co, Ni, Ti, V). A. Sântimbrean *et al.* (2009) ont confirmé le fait que dans les concentrés de pyrite obtenus par le traitement du minerai auro-argentifère a été déterminée une association d’éléments mineurs avec des valeurs en général réduites, partiellement comparable à celle mentionnée (Te, Se, Sn, In, Ga, Mo, Ni, Co, V, Ti, Ge – voir les bulletins d’analyses pour la confirmation des réserves), dont on a récupéré par métallurgie de petites quantités de Se, In et Ga.

En 1978, lors des recherches convenues par le programme envisageant la valorisation des éléments utiles restant dans les dépôts de déchets miniers et usinaux des Monts Métallifères (M. Borcoş *et al.*, 1978), recherches reprises en 1982, 1983, (Rap. géol., Archives IGR), il a été démontré pour la première fois que le feldspath potassique (l’adulaire du minerai de pyrite aurifère) est un mineral associé utile important sous l’aspect quantitatif et qualitatif, valorisable ensemble avec l’Au et l’Ag, avec des bénéfices économiques supplémentaires. Ensuite, les études de traitement déroulées par le Département de traitement des minerais de l’IGG (1992–1994), en collaboration avec le Service d’Exploration Minière de l’ULB Bruxelles, ont confirmé que le gisement Roşia Montană constitue la plus grande source de feldspath potassique connue en Roumanie (I. Ene-Dănălaşe *et al.*, 1996; M. Borcoş *et al.*, 2003), qui a suscité de l’intérêt de l’entreprise minière IMRM jusqu’au moment de la concession du périmètre (1995).

La composition minéralogique du minerai brut représentatif prélevé de la carrière Cetate est relativement simple: feldspath potassique altéré (y compris 20–25% hidromicas et kaolinite) = 65–70%; quartz = 25–30%; pyrite = 5%; magnétite et autres minéraux (goethite, chalcopirite, galène, blende, sulfosels d’Ag et Ag) = 0,12%.

La composition chimique du même type de minerai comporte des valeurs concordantes: 0,8–1,3 g/t Au, 11–19 g/t Ag, 2,5–3% S, 66–70% SiO₂, 13–15% Al₂O₃, 9–10% K₂O, 1,5–3% Fe.

La composition chimique du stérile de flottation se révèle presque identique à celle du minerai brut, la seule différence dérivant des teneurs moins grandes en éléments métalliques: Au (0,3–0,5 g/t), Ag (8–11 g/t), Fe (1–1,5%), S (1,1–1,3%).

Le degré d’association du minerai est déterminé par les dimensions des grains de minéraux utiles: or, sulfosels d’argent et feldspath potassique. L’or y est présent autant à l’état d’inclusions microniques (10–50 µm) en pyrite et chalcopirite, ainsi que à l’état libre dans la gangue.

En partant de l’étude minéralogique faite sur le minerai brut et sur le stérile de flottation, les recherches technologiques ont conduit à l’élaboration d’un flux de traitement envisageant la récupération autant de l’or, ainsi que du feldspath potassique. En phase de laboratoire, l’extraction de l’or du

concentré de pyrite obtenu sur le minerai brut dépasse 10%, par rapport à l'extraction réalisée en phase industrielle; la teneur en Au du stérile est en laboratoire de 0,15–0,2 g/t. On a obtenu du stérile de l'installation industrielle un concentré de pyrite aurifère avec 12,2 g/t Au et 110 g/t Ag (l'extraction de métaux précieux est de 47,7% pour Au et 17% pour Ag); ce produit représente seulement 1,1% de la masse du stérile retraité. Le concentré de feldspath potassique obtenu à la fois du minerai brut et du stérile de l'installation industrielle couvre 25–30% de la masse traitée et contient: 13% K₂O, 0,2% Na₂O, 0,3% Fe₂O₃, 16,7% Al₂O₃, 67,5% SiO₂.

Durant la même période, ICPMSN Cluj-Napoca – en collaboration avec ICITPLCIM Deva – a entrepris des recherches de traitement en phase pilote, demi-industrielle et industrielle, afin de confirmer et de mettre au point la technologie et les produits obtenus. En 1994, PROCEMA S.A. Bucureşti a mené à bonne fin la recherche en laboratoire sur les possibilités de mettre en valeur les concentrés de feldspath obtenus par l'IGR. En vue d'optimiser la qualité des produits obtenus par la diminution de la teneur en Fe, d'autres méthodes bio-technologiques ont été employées, qui ont eu comme résultat une baisse en Fe de 0,3% à 0,15%. Ce concentré a été testé avec des résultats satisfaisants et pourrait être utilisé dans les industries des matériaux de constructions et de la céramique, ainsi que pour la fabrication des matières plastiques.

Les études IGR ont souligné le fait que le feldspath potassique (l'adulaire) pouvait être extrait aussi «in situ» des dacites altérées sous faciès séricitique=adulaire (avec des teneurs variant entre 0,2–0,8 g/t Au, où le K₂O oscille entre 4–8%), ainsi que des dépôts des déchets usinaux, qui représentent une possible source secondaire valorisable, avec des teneurs relativement grandes en feldspath potassique (6–9% K₂O), faiblement impurifié (limonitisé), qui renferme également des quantités réduites d' Au (entre 0,2–0,5 g/t).

Les analyses sur des échantillons collectés par sélection ont mis en évidence le fait que les processus de pyritisation et d'adularisation étaient beaucoup plus amples et plus intenses dans le corps dacitique de Cetate en comparaison avec celui de Cărnic, ce qui se reflète aussi dans les variations des teneurs en Au, Ag et K₂O. Les périmètres Țarina et Igre-Văidoaia ont été considérés en même temps moins intéressants du côté ressources/réserves potentiellement économiques, selon ce qu'on peut constater d'ailleurs même dans le projet RMGC.

CONCLUSIONS

Les résultats de cette analyse géo-économique mettent en évidence le fait que le projet d'exploitation RMGC est fondé sur une version tout à fait différente et en total désaccord avec les données concernant l'évaluation géologique-métallogénique et la viabilité économique des études antérieures. Cette version est transposée dans le contexte d'une mégastucture complexe de type maar-diatrème, avec d'amples processus phréato-magmatiques et de minéralisation, susceptibles à soutenir des volumes exagérés de réserves économiques de minerais à pyrite aurifère (215 mil.t), en comparaison avec ceux présumés auparavant (100–150 mil.t), dont on peut extraire environ 20–30 mil.t de concentré de feldspath potassique, à 13% K₂O, 0,2% Na₂O et 0,15–0,3% Fe₂O₃, (totalement ignorés dans le projet RGCM).

L'ensemble des observations et des aspects contradictoires découlant de cette analyse met en doute la crédibilité de ce projet dans son intégralité, particulièrement en ce qui concerne la valabilité de son support géologique métallogénique, la viabilité économique du potentiel de réserves estimées (dans lequel l'adulaire n'a pas été inclus, à côté de l' Au-Ag) et particulièrement la certitude de récupérer les quantités de métal estimées. En égale mesure, la manière même, sélective, par étapes, de programmer les travaux d'extraction et traitement du minerai peut avoir des conséquences économiques négatives. Il est à attendre que le volume de minerai pauvre (0,6 – < 0,6 g/t Au), estimé à cca. 6,5 mil.t, prévu à être traité à la fin de l'activité d'extraction, augmentera considérablement; bien

qu'il ait été inclus dans le potentiel calculé, il y a grande chance que – pour des raisons économiques – il reste non-valorisé.

La cause principale qui conduira à la diminution des quantités en métaux (Au, Ag) estimées à être récupérés (300 t Au, 1.600 t Ag) est la surévaluation exagérée du volume des réserves économiques avancé (215 mil.t) et les teneurs moyennes trop élevées, de 1,56 g/t Au et 7,8 t Ag, réduction agrandie aussi, plus que probablement, par le mode de calcul et les critères de confirmation utilisés, inadéquats pour ce type de minéralisations. Finalement, il serait possible d'enregistrer un taux de baisse entre 20–40% des quantités de métal préconisées, avec des effets beaucoup plus sévères dans la variante J. Aston, J. Knight (2004), qui prévoit seulement une récupération de 275 t Au et 946 t Ag.

Sous l'aspect financier, le bénéfice global présumé est extrêmement disproportionné (80% pour RMGC et seulement 20% par actions et 4% des dividendes pour l'État roumain), tout à fait inéquitable et inconcevable, de plus qu'il est possible que ce projet ne soit pas entièrement réalisé dans la forme proposée. D'une autre part, l'impact sévère des effets de pollution sur l'environnement et la destruction irréparable du patrimoine historique, culturel et minier de valeur universelle, vont constituer des pertes supplémentaires irrécupérables.

Dans les conditions actuelles, le projet RMGC, en dépit d'une publicité excessive, dirigée en exclusivité vers des bénéfices économiques illusoire, s'avère être plutôt une affaire spéculative, de conjoncture, typique en périodes de crise économique et sociale, une bonne opportunité pour certaines sociétés privées contractantes, situations dans lesquelles l'Etat est d'habitude défavorisé, séduit par le faux espoir d'atténuer, de cette façon, les déséquilibres financiers auxquels il est confronté.

Tant que les aspects contradictoires signalés, ainsi que les pertes prévisibles, resteraient ignorés et en absence d'une stratégie raisonnable de valorisation rentable du potentiel restant, il ne faut pas mettre en discussion le sacrifice inutile et dérisoire de ce gisement pour soi-disant sauver une région considérée défavorisée, mais pour laquelle existent quand même d'autres solutions alternatives, à l'impact stimulant sur le plan local et dans l'ensemble du système économique national.

Les observations présentées mettent en évidence une série de carences et de risques majeurs qui plaident pour l'abandon du projet proposé, dans sa forme actuelle, même dans les conditions d'une valorisation des concentrés de feldspath potassique, directement du gisement.

Il y a certainement d'autres possibilités réelles de développement pour cette zone, partant des calculs économiques préliminaires, avec des effets positifs certains, plaçant au moins pour deux solutions alternatives à ce projet, qui peuvent être mises en œuvre simultanément.

La première alternative consiste dans la possibilité de préserver, réaménager, gérer et valoriser la zone de Roşia Montană (le champ minier, la localité et alentours, en extension jusqu'à Abrud et Câmpeni), fortement bouleversée par l'industrialisation minière, qui a laissé des empreintes profondes dans le paysage, afin d'en assurer le devenir durable par la protection et la valorisation des espaces naturels et dégradés, et du trésor patrimonial de valeur universelle unique. Le site minier Roşia Montană, connecté au réseau des objectifs touristiques des Monts Apuseni (Fig. 4), peut jouer un rôle important dans le développement social-économique, culturel-scientifique et d'agrément de cette zone. La transformation du paysage urbain, tout en respectant la tradition et la mémoire minière de ce site emblématique, à partir de ses valeurs archéologiques, minières, culturelles et touristiques, peut offrir les conditions idéales aux activités scientifiques multidisciplinaires (l'organisation – avec participation internationale – de réunions de travail et de symposiums, sur des sujets divers). En même temps, on pourrait envisager une activité d'extraction et de traitement demi-industrielle, sur les anciens modèles artisanaux/traditionnels, et de surcroît le développement d'une activité productive de valorisation du feldspath potassique (exempte d'effets polluants), extrait dans cette étape seulement des déchets usinaux et de certains stériles – action en même temps écologique. Ce projet d'anvergure peut être réalisé avec la contribution de la population locale, avec le support de spécialistes dans ce domaine (voir les exemples de la France, la Slovaquie etc.), et peut fournir (dans le même intervalle de temps, 20–25 ans) des bénéfices comparables à ceux promis par le projet RMGC.

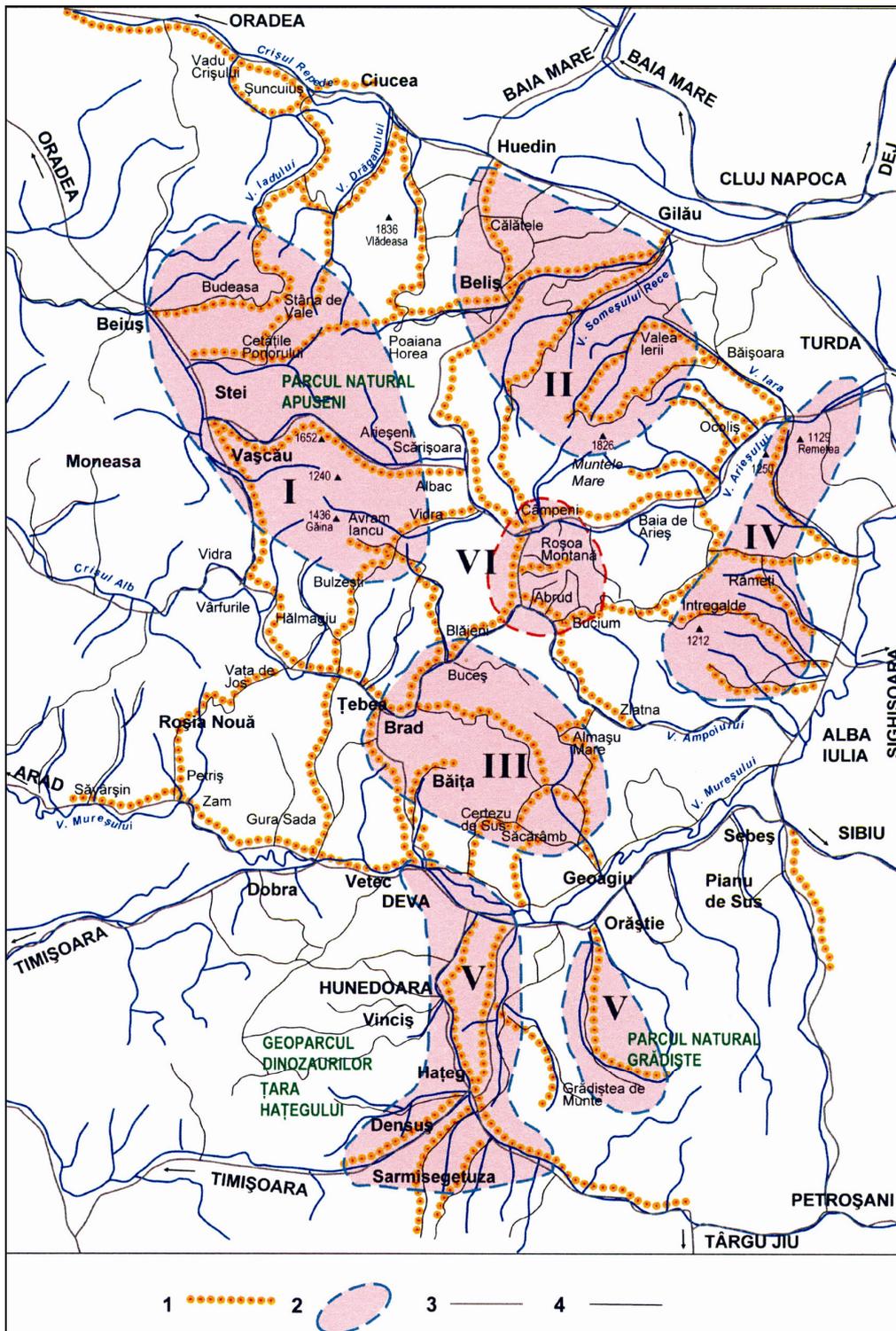


Fig. 4 – Localisation du site Roşia Montană dans l'ensemble des zones touristiques des Monts Apuseni (cf. l'Atlas historico-géographique, Inst. Géogr., Acad. Roum., 1996, aux éléments supplémentaires) 1. Tracé touristique; 2. Zones touristiques: I. Monts Bihor-Monts Pădurea Craiului, II. Monts Gilăului, III. Monts Métallifères, IV. Monts Trascăului, V. Monts Poiana Ruscă-Monts Orăştiei, VI. Site Roşia Montană; 3. Routes nationales/départementales; 4. Routes départementales/comunales.

La deuxième alternative, en mesure de dégrèver Roşia Montană des conséquences redoutées en cas d'autorisation du projet RMGC, consiste dans la reprise de l'activité de recherche scientifique appliquée (presqu'entièrement abandonnée après l'année 2000), dans le cadre d'un programme national de recherche géologique-technologique-économique, structuré par urgences, priorités et opportunités, destiné à analyser/estimer – dans les conditions actuelles – le degré de connaissance, l'importance économique et les possibilités de mettre en valeur le potentiel de substances minérales existant dans les Monts Métallifères. Du nombre relativement grand de cibles aux locations beaucoup plus favorables à l'activité minière et avec des risques limités de pollution (consignées dans les documentations géo-économiques et dans les études de prognose élaborées par l'IGR, avec des propositions concrètes de promotion de ce potentiel à des phases supérieures d'exploration de détail et même d'exploitation), certaines représentent des sources de minerai valorisables dans la perspective immédiate. Il s'agit des accumulations de minerais de pyrite aurifères, sulfures polymétalliques aurifères et cupro-aurifères des Monts Métallifères, signalées à partir des années '70, dont quelques-unes ont été explorées en détail et/ou prêtes à être exploitées (Coranda-Hondol, Rodu-Frasin, Tarniţa-Bucium, Bucureşci-Rovina, Trâmboiele-Zlatna). Il y en a d'autres, délimitées par des travaux géologiques-géophysiques, pour lesquelles ont été déjà rédigés des projets d'exploration par travaux miniers et forages, et qui sont jusqu'à présent totalement ignorées (Arama-Bucium, Boteş-Bucium, Conţu-Bucium, Prepeştenia-Zlatna, Haneş-Zlatna, Stăniţa-Zlatna, Runculeţ). Après 1990, presque toutes les cibles importantes à minéralisations aurifères des Monts Métallifères ont été continuellement bloquées et maintenues inactives, par suite d'une politique de concession non-concurrentielle, situation dans laquelle une seule société privée contrôlait plusieurs périmètres de prospection et d'exploration, ce qui a conduit à la stagnation du processus de recherche et de développement sur le plan régional. Cette alternative – plutôt une nécessité nationale – est susceptible de stimuler l'activité de recherche scientifique et de relancer l'industrie minière, avec toutes les conséquences positives qui en découlent.

En plus de ces observations, il faut enfin rappeler les dommages et les risques – difficiles à gérer – consécutifs à l'activité d'exploitation déjà connus et imputés (pollution et désastres naturels, dégradation, pertes de valeurs patrimoniales), qui surgissent au cours des travaux et spécialement dans l'après-mine, susceptibles de laisser un héritage chargé de problèmes pour les hommes, les biens, les autres activités, les ressources et l'environnement, difficiles à gérer, qui ont été pris en compte et réglementés par les législations minières d'autres pays avec une grande expertise dans ce domaine, par ex: *Le Code Minier français* (Magazine des Géosciences).

Dans ces conditions, les deux alternatives sont susceptibles d'offrir à la zone de Roşia Montană une chance de redevenir – même dans sa forme actuelle, partiellement mutilée – le réputé sanctuaire spirituel, à valeur patrimoniale unique, un héritage, un attestat d'identité, d'existence et de continuité multimillénaire, qui exige respect et protection, afin d'être transmis intacte et avec la même signification aux générations futures.

BIBLIOGRAPHIE

- Andrei, J., Calotă, C., Pătruţ, Şt. (1966), *Consideraţii structurale asupra zonelor cu erupţii neogene de la Roşia Montană pe baza interpretării cantitative a datelor gravimetrice şi a corelării cu datele magnetometrice*. St. cerc. geol., geofiz., **4**, 317–336, Bucureşti.
- Andrei, J. (1969), *Sinteza datelor geofizice din erupţiunea Munţilor Metaliferi*. Rap. Arch. IGR, Bucureşti.
- Andrei, J., Calotă, C., Cristescu, Tr. Ciucur E., Neştianu, T. Szabo, G., Bălan M. (1980), *Studiul structurilor geologice din Munţii Metaliferi cu ajutorul modelării datelor gravimetrice şi magnetice, în vederea fundamentării forajelor de adâncime (partea a II-a)*. Rap. Arch. IGR, Bucureşti.
- Andrei, J. (1984), *Location of the Neogene Volcanism in the structure setting of the Metaliferi Mountains in Transylvania, according to the geological and geophysical data*, Magmatism and associated metallogenesis during molasse formation, Edit. Acad. Rom., Bucureşti.

- Aston, J., Knight, J. (2004), *Apuseni Gold and sustainable Development: The Case of Roșia Montană*. Rom. Journ. of Min. Dep., **81**, special issue, IGR, București.
- Borcoș, M. (1967), *Etude génétique des roches éruptives néogènes et des produits hydrothermaux associés de Roșia Montană (Monts Métallifères)*. Assoc. Geol. Carp.–Balk., VIII-ème Congr., Belgrad.
- Borcoș, M., Mantea, Gh. (1968), *Vârsta formațiunilor și a activității vulcanice neogene din bazinul Roșia Montană*, St. cerc. geol., geofiz., geogr., ser. geol., **13/2**. Edit. Acad. Rom., București.
- Borcoș, M., Colios, E., Bratosin, I. (1969a), *Observații privind geochimia vulcanitelor neogene din primul ciclu de erupții (M-ții Metaliferi)*. Bul. Soc. St. géol. Roum., **XI**, București.
- Borcoș, M. (1969b), *Le contrôle thermodynamique dans la métallogenèse associée au volcanisme néogène des Monts Métallifères de la Transylvanie*. Annales de la Soc. Géol. de Belgique, **92**, fasc. II.
- Borcoș, M. (1970), *Cercetări de microtermometrie geologică cu privire specială la studiul unor procese metalogenetice și petrogenetice din România*, Teză de doctorat, Bibl. Univ. București.
- Borcoș, M. (1976), *Geological and Metallogenetical elements of the evolution of the Neogene Volcanism (Apuseni Mountains)*. Rev. roum. géol., géophys., géogr., ser. géologie., **20**, Acad. Rom., București.
- Borcoș, M., Pandulescu, C., Dima, S., Dolmanian, G., Nițulescu, I., Spiroiu, P., Drăgulescu, A. (1978), *Studiu preliminar privind posibilitățile de valorificare a unor mineralizații cu conținuturi scăzute în elemente utile din Munții Metaliferi din depozitele iazurilor de decantare*. Rap. Arch. IGR, București.
- Borcoș, M., Andrei, J. (1980), *Localizarea vulcanitelor neogene în contextul structural al Munților Metaliferi, elaborat pe baza datelor geologice și geofizice*. Rap. Arch. IGR, București.
- Borcoș, M., Andrei, J., Lazăr, C., Cristescu, Tr., Ciucur, E., Calotă, C. (1982), *Cercetări geologice și geofizice în vederea stabilirii perspectivelor pentru minereuri neferoase și auroargentifere din Munții Apuseni de Sud, zona Bucium-Roșia Montană-Baia de Arieș*. Rap. Arch. IGR, București.
- Borcoș, M., Berbeleac, I. (1983), *Tertiary zoning in the porphyry copper deposits from Valea Morii and Musariu (Brad area, Metaliferi Mts.)*. An. Inst. Geol. Geofiz., **LXI**, 159–168, București.
- Borcoș, M. (1984), *Magmatism and associated metallogenesis during molasse formation*. Edit. Acad. Rom., 141 p., București.
- Borcoș, M., Popescu, Gh., Roșu, E. (1986), *Nouvelles données sur la stratigraphie et l'évolution du volcanisme tertiaire des Monts Métallifères*. D. S. Inst. Geol. Geofiz., **70–71/4** (1983–1984), 245–259, București.
- Borcoș, M., Bordea, S., Mantea Gh., Roșu, E., Popescu, Gh., Găbudeanu, B., Nicolae, I. (1987), *Munții Metaliferi – zona central-estică – Hartă structurală simplificată (édition préliminaire) sc.1:100.000*, non-publiée, Arch. IGR, București.
- Borcoș, M., Andrei, J. et al. (1992), *Studii geologice și geofizice efectuate în vederea fundamentării programului de foraj adânc pentru substanțe neferoase și auroargentifere în Munții Metaliferi*. Rap. Arch. IGR, București.
- Borcoș, M., Ștefan, A., Roșu, E., Andrei, J., Găbudeanu, B. (1992), *Harta metalogenetică sc.1:50.000, Foaia Bucium*, non-publiée, Arch. IGR, București.
- Borcoș, M., Andrei, J. et al. (1994a), *Analiza structurală metalogenetică și gitologică a zonelor vulcanice și neogene, cu privire specială asupra determinării condițiilor de acumulare a mineralizațiilor sub nivelul actual de explorare*, Rap. Arch. IGR, București.
- Borcoș, M. (1994b), *Neogene volcanicity/metallogeny in the Metaliferi Mts*. In: M. Borcoș, Ș. Vlad (eds.) “Field Trip Guide, Plate Tectonic and Metallogeny in the East Carpathians and Apuseni Mts. IGCP Prospect”, No. **356**, IGG, București.
- Borcoș, M., Andrei, J. et al. (1997a), *Analiza structural-metalogenetică a zonelor vulcanice Zlatna și Abrud-Roșia Montană, pentru cunoașterea, evaluarea și valorificarea potențialului de substanțe minerale utile metalifere*, Rap. Arch. IGG, București.
- Borcoș, M., Vlad, Ș. (1997b), *Late Tertiary epithermal systems in the Romanian Carpathians*. IGCP Project No. **356**, Stip, Macedonia.
- Borcoș, M., Vlad, Ș., Udubașa, G., Găbudeanu, B. (1998a), *Qualitative and Quantitative analysis of the ore genetic units in Romania*. Rom. Journ. of Mineral Deposit., **78**, IGR, București.
- Borcoș, M., Lupu, M., Andrei, J., Vlad, Ș., Găbudeanu, B. (1998b), *Map of Metalliferous Mountains of Transylvania – Romania (Alpine structural-magmatic-metallogenetic markers)* (Carte sc.1:200.000, non-publiée), Arh. IGR, București.
- Borcoș, M. (2000), *Remarks on the metalliferous mineral potential in Romania, focused on future exploration activities*. First Break, **18**, European Association on Geoscientists and Engineers.
- Borcoș, M., Ene-Dănălache, I., Harosa, S., Găbudeanu, B., Rusu, C. (2003), *Patrimoniul național de substanțe utile nemetalifere – Source potentielle de recherche et valorisation durable*, St. cerc. geol., **48**, 121–134, Edit. Acad. Rom., București.
- Borcoș, M. (2007), *Potential sources of pollution generated by metalliferous ore deposits*. Carpathians Environment Outlook, Cap. 3.4., Published by the UN Environment Programme produced by UNEP/DEWA – Europe.
- Bordea, S., Ștefan, A., Borcoș, J. (1979), *Harta geologică a României sc.1:50.000, Foaia Abrud*, IGR, București.
- Cioflică Gr., Istrate, Gh., Popescu, Gh., Udubașa, G. (1966), *Contribuții la cunoașterea vârstei produselor vulcanice din regiunea Hărțăgani-Trestia (Munții Metaliferi)*, St. cerc. geol., geofiz., geogr., ser. geol., **11/1**, 171–182, Ed. Acad. Rom., București.
- Cotta, B. v (1861), *Die Goldlagerstätten von Verespatak*. Freiburger Berg-u. Hüttenmänn, Zeitung no. **18**, 173–176.
- Densușianu, N. (1913), *Dacia preistorică*. Inst. de arte grafice „Carol Göbl”, București.

- Doelter, C. (1874), *Aus dem siebenbürgischen Erzgebirge (mit einer übersichtlichen geol. Karte von Verespatak)*. Jahrb. d. k. k. geol., R. A., **XXIV**, p. 7, Wien.
- Ene-Dănălache, I., Borcoş, M., Rădulescu, I., Găbudeanu, B., Rusu, C., Nişulescu, I. (1995), *Valorificarea aurului și feldspatului din sterilul uzinei de preparare de la Roşia Montană*. Rap. Arch. IGR, Bucureşti.
- Ene-Dănălache, I., Borcoş, M., Rusu, C., Nişulescu, I., Cristache, I. (1996), *Recovery of both gold and potassium feldspar from Roşia Montană Deposit*. An. Inst. Geol. Rom., **69/1**, Bucureşti.
- Genna, A., Milesi, J.P., Borcoş, M., Marcou, E. (1994), *Relation entre différents types de brèches et minéralisation épithermales dans la région volcanique néogène Gutâi (Baia Mare – Roumanie)*. In: M. Borcoş and Ş. Vlad (eds.), *Plate Tectonics and Metallogeny in the East Carpathians and Apuseni Mts.*, IGR, Bucureşti.
- Gesel, Al. (1900), *Die geologischen Verhältnisse des Verespataker Grubenbezirkes und des Orlaer Szt. Kereszt Erbstollens*. Jahrb. d. k. k. ung. geol., Anst. für 1898, p. 178, Budapest.
- Ghiţulescu, T. P., (1929), *Raport asupra zăcămintelor de minereu din minele statului (reg. Baia Mare, Rodna Veche – Munţii Apuseni, reg. Poiana Ruscă)*.
- Ghiţulescu, T. P., Socolescu, M. (1935), *Relation entre la tectonique et la métallogenèse dans le Quadrilatère aurifère des Monts Apuseni (Roumanie)*. Extrait Congr. Intern. des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie Appliquée, VII-e session, 20–26 oct. 1935, Paris.
- Ghiţulescu, T.P., Socolescu, M. (1941), *Etude géologique et minière des Monts Métallifères*. An. Inst. Géol. Roum., **XXI**, 181–464, Bucureşti.
- Grimm, J. (1852), *Einige Bemerkungen über die geognostischen und bergbaulichen Verhältnisse von Vöröspatak*. Jahrb. d. k. k. geol. R. A., **III/3**, 54–66, Wien.
- Haiduc, I. (1940), *Industria aurului din România*. Imprimeriile „Adevărul” S.A., 392 p., Bucureşti.
- Hauer, Fr. (1851), *Die Goldbergbau von Vöröspatak in Siebenbürgen*. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A., **XI**, II, 64, Wien.
- Leary, St., O'Connor, G., Mihaş, A., Tămaş, C., Manske, G., Howie, K. (1997), *The Roşia Montană ore deposit*. Soc. Geol. Econ. Rom., Bucureşti.
- Lupu, M., Borcoş, M., Vlad, S., Găbudeanu, B. (1998), *Schema structurală a Munţilor Metaliferi* (cf. M. Lupu, 1983, à compléments), carte non-publiée, Arch. IGR, Bucureşti.
- Maghiar, N. L., Olteanu, St. (1970), *Din istoria mineritului în România*, Edit. de Stat, Bucureşti.
- Manske, S. L., Ullrich, T., Reynolds, T., O'Connor G. (2004), *Vein sets and hydrothermal alteration in the Cetate-Cărnic area, Roşia Montană district, Romania*. Rom. Journ. of Mineral Deposits, **81**, special issue, IGR, Bucureşti.
- Manske, S. L., Hedenquist, J. W., O'Connor, G., Tămaş, C., Cauuet, B., Leary, S., Minuţ, A. (2006), *Roşia Montană, Europe's largest gold deposits*. Seg. News letter, **64/1**, 9–15.
- Mărza, I., Ghergari, L. (1992), *L'adularisation des volcanites de Roşia Montană (Massif Cetate – Carpatés Occidentales)*. Rev. Roum. Géol., **36**, 15–23, Bucureşti.
- Milési, J.P., Borcoş, M., Genna, A., Stanciu, C., Andrei, J., Crahaliuc, R., Marcoux, R., Găbudeanu, B., Edelstein, O. (1994), *Geodynamic controls of epithermal mineralisation in the Gutâi Neogen Volcanic Region (Baia Mare – Romania)*. In: M. Borcoş and Ş. Vlad (eds.) *Plate Tectonics and Metallogeny in the East Carpathians and Apuseni Mts.*, IGR, Bucureşti.
- Minuţ, A., Leary, S., Szentesy, C., O'Connor G. (2004), *A new style of mineralisation identified at Roşia Montană, Romania*. Rom. Journ. of Mineral Deposits, **81**, special issue, IGR, Bucureşti.
- O'Connor, G.V., Nash, C.R., Szentesy, C. (2004), *The structural setting of the Roşia Montană gold Deposit*. Rom. Journ. of Mineral Deposits., **81**, special issue, IGR, Bucureşti.
- Palfy, M. (1912), *Die Umgebung von Verespatak und Bucium*. Jahrb. d. k. ung.-geol., Anst. für 1909, 133–137, Budapest.
- Părvan, V. (1925), *Getica*. Edit. Cult. Naţională, Bucureşti.
- Petruşian, N. (1934), *Etude chalcographique du gisement aurifère de Roşia Montană (Transylvanie, Romania)*. M. O. Imprimerie Nationale, Bucureşti.
- Possepny, Fr. (1867), *Studien im Verespatak Erzdistrict*. Verh. d. k. k. geol. R. A., **VIII**, **99**, Wien.
- Rath, G. (1876), *Über Vöröspatak und Nagyag Sitzungsber. niederrhein*. Gesellsch. Naturw., Heilkunde, 33 Sitzber, **61**, Bonn.
- Roman, B., Sîntimbrean, A. (1982), *Aurarii din Munţii Apuseni*, Bucureşti.
- Russu-Abrudeanu, I. (1933), *Aurul românesc. Istoria lui din vechime și pînă astăzi*. Edit. Cartea Românească, Bucureşti.
- Semper, E. (1910), *Beiträge zur Kenntnis der Goldlagerstätten des siebenbürgischen Erzgebirges*. Abh. d. Kgl. Preus. geol. Landesanstalt, **33**, Berlin.
- Sillitoe, R.H. (1988), *Gold and silver deposits in porphyry system*. In: Schaffer, R. W., Cooper, J. J. and Vikre, P. G. (eds.), *Mineral precious metal Deposits of the western United States*. Rena, Geol. Soc. of Nevada.
- Sîntimbrean, A., Wollman, V. (1974), *Aspecte tehnice ale exploatării aurului în perioada romană la Alburnum Major (Roşia Montană)*. Acta Mus. Apulum, Arheolog. Ist. Etnogr., **XII**, 240–279, Alba Iulia.
- Sîntimbrean, A., Bedeleian, H., Bedeleian, A. (2009), *Aurul și argintul Roşiei Montane*, ediția a II-a, Edit. ALTIP, Alba Iulia.
- Steclici, A. (2011), *Roşia Montană. Masivul Cetate – in memoriam*. Edit. Heritage, Bucureşti.
- Ştefan, R., Cosma, St. (1959), *Harta geologică a câmpului minier Roşia Montană, sc.1:50.000*, Arch. IPGG, Bucureşti.

- Ştefan, R., Cosma, St. (1962), *Cercetări geologice și petrografice în regiunea Roşia Montană (M-ții Metaliferi)*, D. S. Com. Geol., **XLVI**, Bucureşti.
- Ştefan, R., Cosma, St. (1964), *Date noi privind structura bazinului Roşia Montană*. D. S. Inst. Geol., **XLIX**, Partea II, 1961–1962, Bucureşti.
- Ştefan, A., Roşu, E., Nedelcu, L., Iamandei, S., Iamandei, E., Milu, V., Vieru, C., Paraschivoiu, V. (1994), *Alpin Magmatism and related mineralizations in the breccias in the Apuseni Mts.* An. Inst. Geol. Rom., **69/1**, 251–254, Bucureşti.
- Szabó, J. (1876), *Monographie des Abrudbanya Verespataker Grabendistriktes besonders des Szt. Kerezt, Erbstollens der Verespatak-Orlaer. Kgl. ungar Gewerkschaft*, Math. Natuw. Ber. Ung., **XI**, 293, Budapest.
- Tămaş, C. G., Milési, J. P. (2002a), *Hydrovolcanic breccia pipe structures – general features and genetic criteria, I. Phreato-magmatic breccias*. Studia Univ. „Babeş-Bolyai”, Geol., **XLVII**, 1, 127–147, Cluj-Napoca.
- Tămaş, C. G., Costin, D. Fl. (2002b), *Mineralogical study and ore processing: Case Study Roşia Montană, Apuseni Mountains, Romania*. Rom. Journ. of Mineral Deposits, **80**, Bucureşti.
- Tămaş, C. G., Milési, J. (2003), *Hydrovolcanic breccia pipe structures – general features and genetic criteria II. Phreato-magmatic breccias*. Studia Univ. „Babeş-Bolyai”, Geol., **XLVII**, 1, 127–147, Cluj-Napoca.
- Tămaş, C. G., Costin, D. Fl. (2007), *Structuri de breccii endogene (Breccia pipe-Breccia dyke) și petro-metalogenia zăcămintului Roşia Montană (Munții Metaliferi)*. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca.
- Tegllás, G. (1890), *Neure Daten zur ältesten Geschichte des Verespataker Bergbauers*. Földt. Közl., **XXI**, 214, Budapest.
- Tschermack, G. (1868), *Das Siebenbürgische Goldfeld*. Verh.d.k.k.geol.,R.A., 154–170, Wien.
- Vlad P., Simescu, Șt., Schil, E., Dima, M., Popescu, P., Harosa, S. (1990), *Reactualizarea rezervelor geologice de perspectivă la 1.01.1990 pentru minereuri auroargentifere, neferoase, minereuri de molibden, feroase și substanțe nemetalifere*, Rap. Arch. IGR, Bucureşti.
- Vlad, P., Simescu, Șt., Popescu, P., Gheorghe, R., Harosa, S. (1991), *Evaluarea potențialului de rezerve geologice valorificabile și direcțiile principale de orientare a activităților de cercetare geologică complexă și de valorificare a minereurilor auro-argentifere la 1.01.1990*. Rap. Arch. IGR, Bucureşti.
- Vlad, Ș., Borcoş, M. (1997), *Alpine metallogenesis of the Romanian Carpathians*. Rom. Journ. Min. Dep., suppl. 1, 5–20, Bucureşti.
- Vlad, Ș., Orlandea, E. (2004), *Metallogeny of the Golden Quadrilateral: Style and characteristics of the epithermal-subvolcanic mineralized structures, South Apuseni Mts.* Studia Univ. „Babeş-Bolyai”, Geologia, **XLIX**, 1, Cluj-Napoca.
- Vlad, Ș. (2005), *Tipologia și gestiunea resurselor minerale metalifere*. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
- Weis, S. T. (1862), *Goldkristalle von Verespatak*. Hingenau Z. Berg. Hüttenwesen, **X**, 328.
- Wolf, H. (1895, 1896), *Die Goldgruben von Verespatak*. Isis, **29**, Dresden.
- Wollman, V. (1976), *Tăblițele cerate de la Roşia Montană și datarea „Galeriilor romane”*. An. Inst. Ist. și Arheol., **XIX**, 237–257, Cluj-Napoca.
- Indicatorul minier al României pentru anul 1925.*
- Anuarul statistic al României pentru anul 1938.*
- Enciclopedia României (1939).*
- Roşia Montană – Lumina tăinuită*, (2007), Colecție de fotografii, Fundația pentru o societate deschisă, Arh. Lorin Nicolae.
- Géochronique, Magazine des Géosciences*, déc. 2009, no. **112**, SGF, BRGM, France.

Reçu: 06.12.2011

