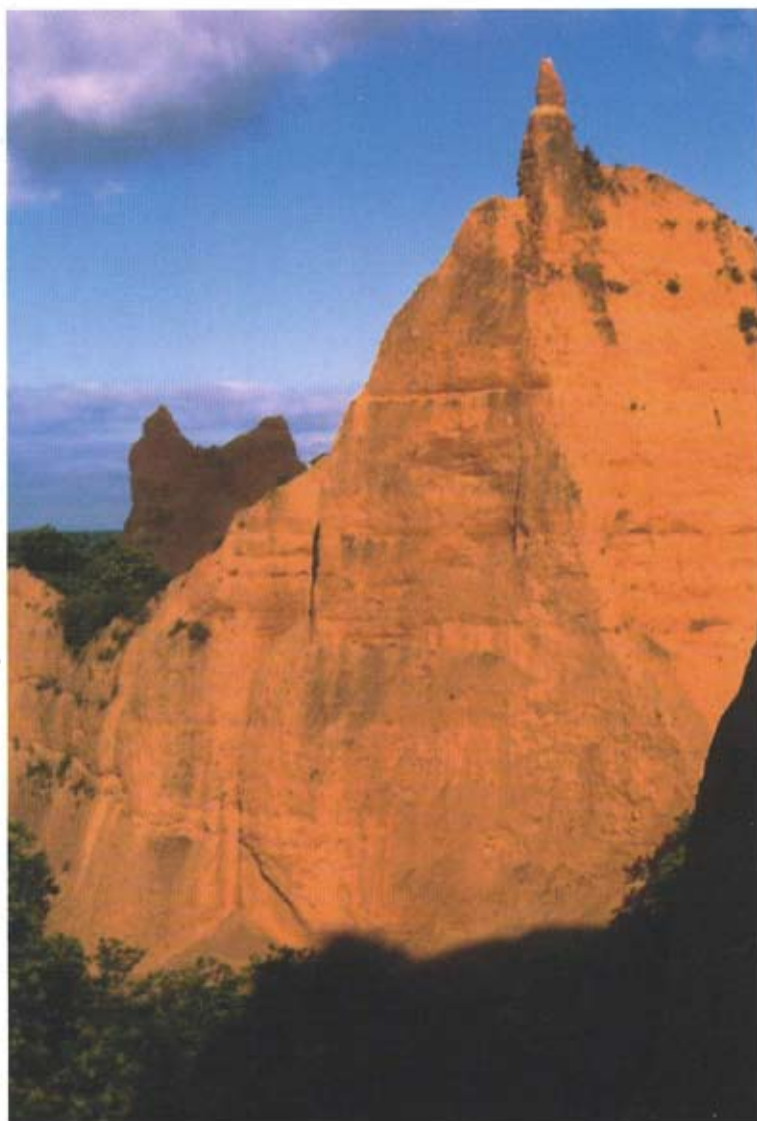


SEDPGYM - 2011



**EDITORES : JOSEP M. MATA – PERELLÓ, LISARD TORRÓ I ABAT
y MARÍA NATIVIDAD FUENTES PRIETO**
Coeditores: Ana Neira Campo y Octavio Puche Riart

**ACTAS DEL QUINTO CONGRESO
INTERNACIONAL SOBRE MINERÍA Y
METALURGIA HISTÓRICAS EN EL SUROESTE
EUROPEO (LEÓN – 2008)
LIBRO EN HOMENAJE A CLAUDE DOMERGUE**

L'ESPACE MINIER ROMAIN. LE CAS DES MINES D'OR ET D'ARGENT D'*ALBURNUS MAIOR* EN DACIE ROMAINE (ROSIA MONTANA, ROUMANIE)

Dr. Béatrice CAUJET¹

¹Responsable mission française à Rosia Montana (Roumanie), Chercheur CNRS – Université de Toulouse (France), Laboratoire TRACES - UMR 5608 - CNRS

RÉSUMÉ

Au cœur des monts Apuseni (Nord-Ouest Roumanie), Rosia Montana, l'antique *Alburnus Maior*, renferme un des plus riches districts miniers aurifères et argentifères d'Europe. Après vingt siècles d'exploitation quasi continue, les réserves seraient encore d'environ 300t d'or et 1600t d'argent convoitées par un vaste projet minier canadien. Depuis 1999, une mission archéologique française du Laboratoire TRACES de Toulouse, associée à l'Université Babes-Bolyai de Cluj-Napoca (Roumanie), mène au sein du programme national roumain de recherche « *Alburnus Maior* » des fouilles préventives sur le patrimoine minier du site par une recherche interdisciplinaire alliant archéologie et géologie. Les terrains concernés par le projet minier renferment d'importants vestiges archéologiques datant principalement de l'époque romaine comprenant au moins 7km de travaux (IIe-IIIe s. de notre ère), avec des secteurs supposés pré-romains mais encore mal définis et quelques travaux post-médiévaux (XVIe s.) et plus de 60km de travaux modernes ouverts à l'explosif, entre le XVIIe et le XXe s. De 2000 à 2007, l'étude a porté sur les massifs de Cetate (2001), Tarina-Orlea (2005/2007) et principalement sur celui de Cârnic (2000/2006) où tous les ouvrages antiques accessibles (près de 5km de travaux souterrains) ont été étudiés. Un grand ensemble a été cartographié dans le versant sud de Cârnic, et deux des réseaux les plus remarquables, Cârnic 9 et Cârnic 10, seront présentés ici. Les topographies souterraines établies révèlent les choix stratégiques des mineurs dans la forme standardisée des chantiers (descenderie d'accès, galerie trapézoïdale, descenderie équipée de marches, chantier redressé, chambre sur piliers, rareté des puits), leur étagement sur deux ou trois niveaux d'exploitation et leur liaison par de longues galeries. Au nord-ouest du site dans le massif de Paru Carpeni, nous avons redécouvert les emplacements de deux systèmes parallèles, mais indépendants, d'exhaure par des séries de roues élévatoires à augets. En 2005 et 2007, une des salles intermédiaires d'un ensemble présentant actuellement quatre salles, aménagées en escalier depuis 30m de profondeur sous la vallée, a pu être entièrement fouillée.

ABSTRACT

In the middle of the Apuseni Mountains (NW Romania), Rosia Montana, the antique *Alburnus Maior*, represents one of the richest gold and silver mining districts of Europe. After twenty centuries of almost continuous exploitation, the reserves of the ore deposit would still be of about 300t gold and 1600t of silver as stated by a large scale Canadian mining project. Since 1999, a French archaeological mission from the TRACES Laboratory, Toulouse in association with the University "Babes-Bolyai" from Cluj-Napoca (Romania), conduct in the frame of the Romanian national research program "*Alburnus Maior*" preventive excavations on the mining heritage of the site by interdisciplinary archaeological and geological research. The mining fields concerned by the mining project contain important archaeological vestiges dating mainly from the Roman time including at least 7km of works (2nd to 3rd c. AD), with pre-Roman supposed areas but still badly defined, some post-medieval works (16th c.) and more than 60km of modern works opened with explosives, between the 17th and the 20th c. From 2000 till 2007, the study concerned the massifs of Cetate (2001), Tarina-

Orlea (2005/2007) and mainly the Cârnic one (2000/2006) where all the antique accessible works (almost 5km of underground workings) were studied. A large underground network was mapped beneath the southern slope of Cârnic, and two of the most remarkable areas, Cârnic 9 and Cârnic 10, will be presented here. The underground topography reveals the strategic choices of the miners in the standardized shape of the mining works (access inclined adits, trapezoidal galleries, inclined adits with stairs, vertical stopes, chambers on pillars, rare shafts), their development on two or three levels of exploitation and their connection by the means of long galleries. In the northwestern part of the site and in the Paru Carpeni massif two parallel but independent drainage systems have been rediscovered, represented by series of waterwheels. In 2005 and 2007, an intermediate room from one of the drainage systems composed of at least four rooms disposed in stairs and situated at about 30m under the valley level has been completely studied.

Dans le cadre du programme roumain de recherches archéologiques préventives, *Alburnus Maior*, mené de 1999 à 2007, l'équipe franco-roumaine du Laboratoire TRACES de Toulouse (avec partenariat roumain - Université Babes Bolyai de Cluj-Napoca et allemand - Laboratoire de géologie de Munich) a mené une expertise en archéologie minière portant sur plus de 70km d'ouvrages souterrains de toutes époques (Romaine, Renaissance, Moderne et Contemporaine) à Rosia Montana (Nord-Ouest Roumanie). En circulant par les galeries récentes (XX^e s.), notre équipe a pu reconnaître plus de 10km de travaux modernes, près de 7km de travaux antiques et moins de 1km de travaux de la Renaissance (XVI^e s.) foncés au travers de différents corps de minerais riches en or, argent et electrum. Les ouvrages dits modernes se datent sans plus de précision entre le XVII^e et le début du XX^e siècle.

Notre travail a porté sur huit massifs qui cernent le village de Rosia Montana : Cetate, Cârnic, Cârnicel, Cos, Voidoiaia, Orlea, Tarina, Paru Carpeni. Tous ces travaux de recherches sont consignés, année par année, dans les rapports remis au Service national de l'archéologie du Ministère de la Culture et des Cultes roumain de Bucarest (Cauuet dir. 1999 à Cauuet dir. 2007). Compte tenu de l'importance des découvertes romaines faites dans les massifs de Cârnic et Paru Carpeni, nous n'avons choisi de présenter ici en détails que deux ensembles miniers remarquables Cârnic 9, Cârnic 10 et un des deux systèmes de drainage par roues élévatoires en cours d'étude dans le massif de Paru Carpeni (fig.1).

Mais dans un premier temps, nous allons évoquer les grands types de travaux que l'on retrouve partout sur le site et ceux qui se distinguent d'un massif à l'autre. Sur les 7km de travaux miniers antiques étudiés sur l'ensemble du site de Rosia Montana – distance obtenue par l'addition de tous les tronçons de travaux antiques, près de 95% des ouvrages ont été ouverts avec des outils en fer (pointerolle et massette ou pic), technique attestée par les traces d'outils visibles sur les parois et par la forme quadrangulaire des parements, avec plafond et sole plats ou sole équipée de marches ou de gradins. En roche très dure (dacite silicifiée), l'abattage au feu a été préféré à l'outil, mais cela ne concerne que quelque 5% des chantiers.

Seuls deux secteurs à travaux ouverts au feu ont été identifiés, dans le secteur de Gauri (Cauuet 2003), au sud-ouest du massif de Cetate, et à Pietra Corbului, à l'est du massif de Cârnic (fig.1 et 2). Les travaux au feu de Cârnic ont été datés de l'époque romaine grâce à la présence de charbons de bois, résidus de l'abattage (Cauuet *et al.* 2003). De plus, dans ce secteur Est de Cârnic, une galerie a été reconnue, partiellement taillée à l'outil et partiellement ouverte au feu, selon la nature de la roche traversée. Cela montre clairement que ces deux techniques s'employaient indifféremment à la même époque en fonction de la dureté de l'encaissant. L'abattage au feu devait cependant poser des problèmes d'aéragé pour les chantiers loin du jour et était par ailleurs très consommateur de bois.

Principales caractéristiques des travaux miniers romains de Rosia Montana

Les grands types d'ouvrages antiques

Dans les différents réseaux miniers de Rosia Montana, comme dans ceux localisés dans le versant sud de Cârnic (fig.2), on retrouve assez systématiquement, trois grands types de travaux : des travaux de recherche (galerie ou amorce de galerie, descenderie, puits incliné), des chantiers d'exploitation (chantier vertical, chantier ou puits incliné taillé en gradins, chambre sur piliers) et des ouvrages d'assistance (galerie ou descenderie d'accès, puits incliné, galerie de circulation, d'aéragage, de jonction et des chambres et galeries d'exhaure). Tous les ouvrages creusés à l'outil, le plus grand nombre, sont ouverts en respectant la plupart du temps une section de forme trapézoïdale et ceci quel que soit le type de chantier, galerie, descenderie, chambre ou puits (Cauuet, Tamas 2003).

Les différents types de galeries se distinguent les uns des autres par leur plus ou moins grande largeur et hauteur. Les travaux de recherche, galeries, descenderies, puits inclinés, se reconnaissent par le fait qu'ils ne communiquent pas avec d'autres travaux et se terminent sur un front de taille. Les différentes galeries ou descenderies d'assistance trouvent leur définition par la place qu'elles occupent dans un réseau et leur mise en connexion avec d'autres types d'ouvrages, comme des salles d'exhaure par exemple. La descenderie d'accès au jour G2 du réseau Cârnic 3 (fig.3) présente un gabarit trapézoïdal large : largeur 1,60m, hauteur 2m, plus de 50m de longueur (Cauuet 2008). Ces proportions facilitaient la circulation et le croisement des mineurs chargés de sacs ou de hottes avec minerais ou déblais remontant vers la surface. Une galerie de recherche a des proportions plus étroites, en moyenne : largeur 1,25m, hauteur 1,75m. Leurs longueurs sont très variables, de moins de 1m pour les fronts de taille, de simples amorces de galeries, et jusqu'à 20m, 30m et même 70m de longueur pour la descenderie avec marches G31 (fig.3) rencontrée dans Cârnic 2 (30m de dénivellation). Le transport se faisait donc par portage, les charges étant charriées à dos d'homme, voire pour les encombrants (bois, blocs) à l'aide d'un brancard porté par deux mineurs. Un brancard en bois de l'époque romaine a été retrouvé dans un des chantiers de Tarina (fig. 4).

Par ailleurs, les puits verticaux pour la circulation sont très rares, nous n'en connaissons qu'un seul exemplaire dans Cârnic 5 (largeur 1,80m, longueur 2,40m et hauteur 2m). Le passage entre deux niveaux se faisait soit par des chantiers verticaux, sans doute équipés d'échelles, soit par des descenderies à la sole en plan incliné ou bien taillée en marches. Les galeries inclinées conservent une sole rectiligne jusqu'à environ 17° de pente, les galeries très pentues, appelées aussi descenderies, sont équipées de marches (largeur 30cm, hauteur 25cm en moyenne) à partir d'environ 20° de pente. Au-delà de 45° de pente, ces descenderies sont appelées des puits inclinés avec marches, certains sont creusés selon un tracé hélicoïdal ; trois ouvrages de ce type ont été observés dans Cârnic.

La forme des chantiers d'exploitation est étroitement liée à la géométrie de la minéralisation (Tamas *et al.* 2001, 2003 et 2004). Sur filons ou corps de brèches sub-horizontaux, l'exploitation a été menée en chambres sur piliers, laissés alors que souvent encore riches en minerai utile pour assurer le soutien en sécurité de l'ouvrage. Les chambres correspondent à des séries de galeries trapézoïdales percées les unes à côté des autres et dont les parois de séparation ont été abattues. Le tracé de ces différentes galeries se retrouve aisément en couronne, à la sole et sur la paroi du fond de la chambre par une succession de fronts de taille accolés, de section trapézoïdale. Selon l'épaisseur du corps de minerai, l'exploitation a pu se développer sur deux ou trois étages en maintenant des planchers rocheux

entre les niveaux ; de courts chantiers verticaux ou de petites descenderies avec marches permettaient de passer d'un niveau à l'autre.

Sur filons ou corps de brèche sub-verticaux, l'exploitation s'est développée en travaux verticaux ou fortement inclinés. Il s'agit de chantiers ouverts en verticale, généralement en commençant par percer une simple galerie de section trapézoïdale, puis en élargissant et en approfondissant l'ouvrage par la sole de la galerie initiale jusqu'à atteindre les proportions d'un grand chantier vertical (exemple de dimensions : largeur 2m, hauteur 7m, longueur 15m pour le défilage central de Cârnic 5). Il existe également deux autres types de chantiers verticaux ou fortement inclinés.

Il s'agit d'une part de chantiers constitués par un empilement d'au moins quatre étages de galeries de section trapézoïdale creusées en léger décalage latéral, les unes au-dessus des autres, et consolidées par un dense boisage placé à la couronne et à la sole entre chaque niveau. Ce type très particulier de travaux n'a pour le moment été rencontré que dans le secteur de Paru-Carpeni sous le massif de Carpeni et dans les réseaux de Tarina. D'autre part, tout un secteur de Cârnic, le réseau Cârnic 10, est constitué par trois zones de chantiers très pentus, ouverts en gradins décalés ascendants sur un dyke de brèche incliné à environ 45°. Là aussi, ce sont des séries de galeries de section trapézoïdale qui ont été ouvertes les unes au-dessus des autres, en suivant le pendage de la structure minéralisée. Les parois entre les différentes galeries ont été au final abattues pour ne former plus qu'un vaste ensemble étagé en gradins.

Les équipements techniques

Dans les massifs de Cetate et Cârnic, il n'a pas été observé d'équipements de drainage pour l'exhaure des eaux de mine. Le seul aménagement de ce type est un petit canal creusé à la sole d'une galerie de jonction horizontale, la galerie G23, située assez en hauteur dans le massif (Cauuet 2004a). Ce drain permettait d'éviter le ruissellement depuis cette galerie vers une descenderie et un puits incliné, un ensemble de travaux de recherche dans Cârnic 1 (fig.5).

Dans ce massif, on a observé parfois des surcreusements de section quadrangulaire placé à la sole, soit dans des galeries, soit dans des chambres. Ils ont pu servir de bassins de stockage des eaux d'infiltration d'où l'eau était retirée ensuite à l'aide de récipients divers, mais également de petites réserves d'eau sous terre pour traiter (concentrer) un peu de minerai broyé, lors du contrôle de la teneur du minerai à l'avancement. En liaison avec ce travail d'échantillonnage du minerai et du suivi de la teneur de la minéralisation, certains fronts de taille, comme dans Cârnic 9, présentent un surcreusement de forme parallélépipédique qui correspond à environ 120kg (50 litres) de minerai extrait. Il peut s'agir de la masse minimum nécessaire pour effectuer en mine une estimation de la teneur au front de taille, dont la valeur justifiait ou non de poursuivre l'avancement (Cauuet, Tamas *sous presse*).

En revanche, les réseaux miniers antiques situés dans le versant nord de la vallée, dans les massifs de Cos, Tarina, Orlea et Carpeni (fig.1) ont été ouverts pour partie sous le niveau hydrostatique. De ce fait d'importants systèmes d'exhaure mécaniques ont été mis en place à l'époque romaine pour maintenir un bon niveau de drainage des ouvrages en cours d'exploitation. Il s'agit de salles équipées de roues élévatoires en bois, de canaux en bois et de galeries d'exhaure creusées de canaux à la sole (Cauuet 2008). A ce jour, nous connaissons déjà cinq salles d'exhaure à Paru-Carpeni dans le massif de Carpeni, dont quatre salles appartenant au même système hydraulique. De même la découverte d'un canal en bois et la disposition générale du fond des travaux antiques noyés à Cos (réseau Catalina Monulesti),

ainsi que des mentions anciennes (Posepny, 1868), laissent penser que des chambres avec roues hydrauliques existent également dans ce massif.

La présence de niches à lampe creusées dans le haut des parois atteste des aménagements d'époque romaine pour l'éclairage. De nombreux fragments de lampes romaines (des tessons d'au moins 65 lampes différentes incomplètes), dont deux lampes presque complètes, ont été retrouvés dans les déblais miniers qui colmataient les chantiers anciens du massif de Cârnic. Ces lampes à canal, sans anse, sont de trois tailles différentes et toutes des *Firmalampen* du type Loeschcke X, datables du II^e siècle de notre ère. Elles portent assez souvent la marque FORTIS, mais ne sont en fait que des surmoulages récents des lampes originaires de l'atelier italien Fortis. Parallèlement à l'utilisation des lampes à huile, l'éclairage se faisait aussi avec des torches formées par des lattes de bois dont certains exemplaires partiellement carbonisés ont été retrouvés. Ces dernières servaient peut-être aussi à allumer les lampes dans la mine.

Les sections étroites des galeries et la taille en trapèze permettaient d'éviter le boisage des petits ouvrages. Dans les grands chantiers verticaux, des encoches dans les parois témoignent d'un étayage en bois et parfois de la présence de planchers suspendus en bois. Mais dans les parties supérieures visitées à Cârnic, ces boisages ne se sont pas conservés. Dans d'autres parties du site dans lesquelles la recherche est au stade d'exploration et de topographie exploratoire, comme à Orlea et à Tarina (versant nord de la vallée), des cadres en bois ont été retrouvés conservés *in situ*, tandis que dans des galeries à Carpeni et un canal bien conservé à Cos, des têtes de puits boisées et noyées ont été reconnues en prospection. Au nombre des équipements antiques en bois retrouvés, on compte deux canaux de drainage à Paru-Carpeni et à Cos. Egalement, huit échelles monoxyles encochées (5 fragments d'échelle retrouvés dans Cârnic), dont trois entières retrouvées à Paru-Carpeni et une à Cos ; la plus longue atteignant 5m. Enfin, quelques petits outils de mineurs en bois (raclette à minerai, petite pelle) ont été retrouvés dans Cârnic et datés par C14 de l'époque romaine. Aucun outil en fer, de type pic ou pointerolle de mineur, n'a été retrouvé dans les réseaux anciens depuis 2000 et le début de nos fouilles sur le site.

Les particularités des différents secteurs miniers

Parmi les particularités de chaque secteur minier de Rosia Montana, on note que pour Cetate, il s'agissait vraisemblablement des grands travaux à ciel ouvert, les *Curtile romane*, connus par les illustrations anciennes, des films anciens et les photographies, mais aujourd'hui détruits avant étude par la ré-exploitation en carrière de la Minvest (société minière de l'Etat roumain fermée en 2004). Le secteur ouvert au feu de Gauri se retrouve pour partie dans les chantiers de même type repérés et datés de l'Antiquité à Piatra Corbului (secteur Est de Cârnic).

Pour le massif de Cârnic et en mettant à part le secteur au feu de Piatra Corbului, la principale originalité est la grande étendue des travaux miniers qui occupent la partie principale sud du massif, une surface de 13 600m² (Cauuet 2005a). Cet ensemble regroupe sept réseaux antiques, Cârnic 1, 2, 3, 4, 8, 9 et 10, étagés et tous reliés par des galeries horizontales ou des descenderies de liaison, qui ont été foncées pour faciliter la circulation et la ventilation dans ce grand espace minier (fig.3). Il couvre une surface de près de 3km de travaux anciens, plus ou moins continus avec des passages recoupés par les reprises minières modernes et étagés sur 98m de dénivelée (des cotes +921m à +1019m d'altitude).

Il a exploré et exploité une grande structure complexe de dykes brècheques accompagnés de filons de quartz et de stockwerks à fort pendage. Le grand réseau a été foncé

selon une progression descendante vers l'intérieur du massif à partir de longues descenderies (galeries inclinées comme G2 dans Cârnic 3 et G1 dans Cârnic 9) venues du jour. Certains ouvrages de Cârnic ne se retrouvent pas encore ailleurs dans l'espace minier, comme les chambres sur piliers, les chantiers verticaux taillés en gradins, les puits inclinés hélicoïdaux avec marches et les longues galeries de recherche ouvertes en descenderies avec marches (Cauuet 2005b).

De l'autre côté de la vallée, vers le nord-ouest, la particularité du secteur de Paru-Carpeni reste le système d'exhaure par roues élévatoires multipliées sur la hauteur du massif et les chantiers verticaux constitués par des étagements de galeries trapézoïdales boisées. Un important lot de boisages parfaitement conservés a été retrouvé dans la première salle d'exhaure fouillée, C1, comprenant des étayages, la roue et ses supports.

Dans la partie explorée des secteurs de Tarina et d'Orlea un système de ventilation par deux conduits latéraux étroits a été reconnu, il correspond à de très petites galeries qui doublent de chaque côté une grande descenderie d'accès à ce secteur minier. On connaît aussi un certain nombre de galeries et de chantiers équipés d'étayage en bois, relativement bien conservés dans cette zone humide (Cauuet 2008). Enfin, dans ce secteur on devrait pouvoir retrouver également le grand travers-banc d'exhaure qui drainait l'ensemble de cette partie du massif et auquel aboutissaient les séries de galeries de drainage et les chambres à roues hydrauliques en cours d'étude. Trois ensembles de travaux antiques remarquables vont être présentés maintenant, deux sont situés dans le massif de Cârnic et le dernier est un des systèmes de drainage trouvés dans le massif de Paru Carpeni.

Les travaux antiques dans Cârnic 9

Le réseau Cârnic 9 comprend un vaste ensemble de chantiers souterrains répartis sur quatre niveaux dont la plus grande partie correspond à des reprises modernes ouvertes à l'explosif. L'accès à ce nouvel espace minier de Cârnic a été découvert en 2003 lors d'une recherche de nouvelles entrées antiques faite par sondage à la pelle mécanique dans le versant sud du massif. L'exploration et une topographie générale de l'ensemble des cavités accessibles ont été menées dans un premier temps. Ce travail a permis de mettre en évidence deux secteurs remarquables avec des chantiers de type antique (section trapézoïdale) ouverts à l'outil (fig.6).

Ces deux secteurs anciens n'étaient pas reliés, mais présentaient chacun une continuité de travaux de bonne facture et ils ont été le plus largement fouillés. Le premier ensemble, Cârnic9-Supérieur, correspond à la partie supérieure du réseau qui donne accès au jour. Il comprend une descenderie d'accès, G1, foncée vers le N-E, puis plein nord, en plan incliné suivant une pente générale de 20° vers l'intérieur du massif. Après un angle droit vers l'est, elle se poursuit (G2) sur une plus forte pente (30°) qui a imposé la taille de marches dans la sole. Cette descenderie donne alors dans une petite zone d'exploitation constituée par deux chambres successives ouvrant de part et d'autre dans des chantiers latéraux. La galerie d'accès principale traverse cette zone d'exploitation pour donner plus en profondeur par trois galeries, dont deux étagées, vers de nouveaux chantiers antiques défigurés par les reprises et élargissements modernes.

Plus en profondeur dans le massif, au niveau du dernier et quatrième étage exploré, on trouve un grand ensemble de chantiers antiques caractéristiques, Cârnic9-Inférieur, qui se développe à l'horizontal sur près de 300m², soit 85m de travaux linéaires. Les chantiers bien conservés s'organisent autour de deux chambres sur piliers, travaillées sur un seul niveau. L'ensemble montre bien la dynamique d'exploitation qui s'opère à partir du percement de

courtes galeries de section trapézoïdale, placées les unes à côté des autres. Afin d'obtenir un volume plus large en chambre, les parois qui séparent les galeries sont abattues, laissant ici ou là des pans de parois en place pour constituer des piliers de soutènement.

Le niveau Cârnic9-Supérieur

La galerie d'accès G1-G2 court sur plus de 26m de longueur, de direction SW/NE. Elle est tout d'abord en plan incliné (partie G1) vers l'intérieur du massif (fig.7). Puis, après un front de taille et un virage à angle droit, elle devient une descenderie (partie G2) tournant de l'ouest vers le nord-est, et est équipée de neuf marches (fig.8). En paroi nord-ouest, une amorce de galerie de section trapézoïdale a été creusée (cf. section S2-S2', fig.8), sans atteindre la sole de G2. Ce front de taille forme une alcôve avec margelle. Des fragments de bois (sapin et hêtre) ont été trouvés dans les comblements de G1 et G2. Leur datation radiocarbone a donné des fourchettes chronologiques se calant entre le XIVe et le XVe siècle (Laboratoire Archéolabs - Date calibrée C14 : 1305 cal AD - 1435 cal). Cela pourrait correspondre à la première période de reprise moderne, dans cette partie du massif de Cârnic, après une phase d'abandon à la fin de l'époque romaine.

La descenderie G2 débouche au nord-est dans une petite chambre d'exploitation C1 qui couvre environ 58m² (6,70x8,70m). Elle donne dans cinq courtes galeries, G3, G4 et G7 côté sud-est et G5, G6 côté nord-ouest. Ces travaux antiques de belle facture et de section trapézoïdale classique sont longs de 1m à 5,40m au maximum. Ils forment un ensemble ouvert sur une structure minéralisée, orientée sud-est/nord-ouest, qui a été recoupé perpendiculairement par la galerie d'accès G1-G2 (fig.9).

On trouve là l'amorce d'une exploitation en chambres sur piliers, du type de celles étudiées ailleurs dans le massif, comme en Cârnic9-Inférieur. En effet, l'ouverture en perpendiculaire des galeries G5 et G6 commence à former un pilier côté ouest de la chambre C1, de même on observe un pilier résiduel laissé pour la sécurité entre la galerie G6 et le secteur non dégagé à l'ouest de C2. Le percement des travaux s'est poursuivi vers le nord par deux galeries, G11 et G10, ouvertes l'une au-dessus de l'autre (cf. section S5-S5', fig.8) et vers le N-E par la galerie inclinée G12 qui a suivi le même pendage général de 20° que la galerie inférieure G10. La galerie supérieure G11 présente un tracé horizontal dans la partie dégagée ayant conservé encore des pans de parois antiques (présence d'une niche à lampe), elle est par ailleurs fortement reprise par les Modernes.

Le manque de temps et de moyens n'a pas permis d'achever la fouille intégrale de ce secteur vers l'aval, côté G10 et G12, mais également côté ouest au niveau de C2 où l'on note le tracé d'une galerie comblée, G9. L'espace de travail C2 foncé en aval pendage fait suite immédiatement à la chambre C1. La partie axiale de C2 est constituée par le prolongement du percement d'accès et d'exploration G1-G2 au cœur du massif. Au niveau de C2, le tracé de cette voie d'accès se creuse dans la sole, côté nord, par cinq marches qui permettent de s'enfoncer vers l'aval pendage des travaux par la galerie inclinée G10 et une bifurcation N-E, la galerie G12. Cette dernière suit le même pendage général de 20° que la galerie G10. Un deuxième niveau a été recherché au-dessus de G10 par la galerie horizontale G11 qui donne aujourd'hui côté N/NW dans une très grande chambre moderne (fig.6) qui a largement repris les travaux antiques.

Cet ensemble, C1 et C2, correspond donc à un premier étage de recherches, transformées en petite exploitation d'ampleur cependant limitée et ouvert sans doute sur un corps de minerai peu développé, car les mineurs modernes ne l'ont pas du tout repris. Ces

ouvrages ont été creusés en respectant une sole relativement horizontale pour C1 et selon une pente de 17° pour C2 (fig.8). L'ouverture des travaux en C1 s'est faite en s'approfondissant de 2,20m sous le niveau de la dernière marche de la galerie d'accès G2. De ce fait, il fallait utiliser une échelle en bois pour circuler entre la surface et le fond de l'exploitation.

L'échelle en bois vraisemblablement utilisée dans l'Antiquité a été retrouvée, conservée *in situ* dans les remblais au bas de la descenderie G2 (fig.10). Cette échelle, dont l'analyse dendrochronologique est en cours, s'est partiellement conservée sur 1,80m de longueur et une des extrémités a été très érodée. Elle a une largeur de 25cm et une épaisseur maximum de 11cm au niveau des échelons. Il s'agit d'une échelle monoxyle, tirée d'un même tronc d'arbre épais (donc âgé), dans lequel ont été taillées des encoches formant six échelons. Elle se présente comme les autres échelles du même type trouvées dans Cârnic et plus au nord de la vallée, dans les réseaux antiques de Catalina Monulesti et de Paru Carpeni. Ces autres échelles ont été datées du IIe ou du IIIe siècle par analyses C14 et par dendrochronologie. L'ensemble des résultats de datations C14 et dendrochronologiques (travaux de Christian Orce) faites par le Laboratoire français Archeolabs est en cours de publication.

Toutes ces échelles antiques présentent une section rectangulaire parce qu'elles ont été taillées dans un gros tronc d'arbre ancien. A l'inverse, les échelles modernes faites dans un tronc encoché, et trouvées également en divers endroits du massif de Cârnic, ont été tirées de troncs jeunes, ayant conservés toute leur section circulaire. On constate que la courte échelle trouvée dans la chambre C1 de Cârnic9-Supérieur pouvait fort bien s'adapter au haut gradin, entre G2 et C1, et permettre de franchir ce passage approfondi proche de l'entrée de Cârnic 9. Nous pensons qu'elle a été abandonnée sur place (fig.10).

Enfin, une fois le petit réseau de travaux autour de C1 achevé et l'exploration du massif reprenant vers la profondeur par les descenderies G10 et G12, une partie des déblais miniers générés par la suite de l'exploitation ont dû être tout d'abord stockés dans les fronts de taille abandonnés de G3 à G8. De ce fait, le gradin haut de 2,20m entre le bas de G2 et le fond de la chambre C1 a dû être rapidement comblé, l'échelle abandonnée au fond, pour former une pente plus facile à gravir que celle plus raide offerte par l'échelle.

Les comblements des différents ouvrages du secteur Cârnic9-Supérieur sont donc vraisemblablement antiques, bien qu'ils n'aient livré aucun mobilier archéologique autre que l'échelle en bois. Dans Cârnic9-Supérieur on observe la présence de cinq niches à lampe, trois se faisant face en haut de G2 (dont une située au niveau de la sole), une seule en zone centrale des chambres C1 et C2, puis une au fond de la partie dégagée de G11. Ce petit réseau antique donne en aval pendage, selon une pente générale de 36% (fig.8), vers la suite des exploitations profondes par deux descenderies, G10 et G12, doublées à un étage supérieur au-dessus de G10 par la galerie horizontale G11.

Le niveau Cârnic9-Inférieur

La deuxième zone de fouille dans le réseau Cârnic 9 a été le niveau Cârnic9-Inférieur, un ensemble des travaux miniers antiques profonds, complets et assez peu remaniés par les travaux modernes, d'où notre volonté d'en effectuer la fouille en totalité pour pouvoir présenter ensuite un ensemble clos complet (fig.11). La fouille de ce petit ensemble minier, partiellement repris par les Modernes, a pu être commencée grâce à l'imposant travail de dégagement et de boisage fait par notre équipe de mineurs/travailleurs. En effet, il s'est agi d'aménager au travers des déblais modernes d'une grande coranda (salle) moderne (fig.6), située à l'étage supérieur, un puits quadrangulaire boisé de 13m de profondeur. Cela a permis d'accéder plus aisément au réseau antique sous-jacent et surtout d'avoir un point d'évacuation

et de stockage des déblais de fouille, rapide et à moindre effort, dans la coranda moderne. Sans cette équipe logistique de soutien aux fouilles souterraines, ce travail n'aurait pas pu être entrepris.

Les fouilles menées dans le niveau Cârnic9-Inférieur ont révélé une galerie d'accès G21 donnant dans deux grandes chambres d'exploitation sur piliers C21 et C22 (fig.11). La chambre C21 s'ouvre sur des chantiers dépilés, D21, D22 et D23, disposés tout autour en étoile. On trouve les chantiers D21 au sud de C21, la première chambre, D22 à l'ouest/sud-ouest et D23 au nord-ouest, et par le biais du chantier D22, la chambre C21 est en connexion avec le secteur ouest, c'est-à-dire la chambre C22 et les galeries G28 à G40. Grâce aux coupes stratigraphiques (fig.12, exemple section S5-S5'), on peut mesurer la hauteur du comblement de ce réseau avant fouille. La partie supérieure de ce remplissage correspondait à des niveaux récents liés à la reprise minière moderne, les niveaux inférieurs à des remblais ou à des sols de circulation antiques.

Suite à l'évacuation des remblais du chantier D21, nous avons mis en évidence des traces de soles et de plafonds antiques situés dans la partie sud/sud-ouest de la chambre C21. Ces travaux correspondent à la galerie G27 qui a 3,52m de longueur, une largeur variable entre 1 et 1,30m et une hauteur moyenne de 1,65m. Les parements est et ouest de cette galerie sont fortement abîmés par la reprise moderne, mais en tenant compte des traces anciennes sur le plafond et la sole, elle était certainement à l'origine trapézoïdale (fig.13).

L'avancement des fouilles dans le chantier D22 a permis le dégagement de nouveaux chantiers vers la zone ouest du réseau Cârnic9-Inférieur. Ces nouveaux travaux se situent dans la partie ouest/sud-ouest. Dans ce secteur, nous avons trouvé un surcreusement ancien de forme quadrangulaire, G28, de 1,50m de côté et de 0,30m de profondeur environ. Cette cuvette a pu être utilisée pour le lavage sur place du minerai (fig.11). Au nord/nord-ouest de ce creusement, dans le plafond ainsi qu'à la sole, il y a les restes d'une autre galerie ancienne, G29. En prenant en compte ces vestiges en plafond, la galerie G29 avait à l'origine 1 à 1,30m de largeur.

A l'ouest de cette galerie, se trouve une autre galerie ancienne, G30, avec un profil trapézoïdal et qui mesure environ 1,50m de longueur, 1,15m de largeur et une hauteur moyenne de 1,60m. Après un ressaut dans la paroi nord, elle donne dans la galerie G37. Vers le sud-ouest, cette galerie débouche dans une chambre d'exploitation ovale, C22, remodelée par la reprise moderne et l'élargissement de cet espace de travaux antiques. Sur le plafond de cette chambre et dans une moindre mesure sur la sole, on observe les restes de plusieurs galeries anciennes. Il s'agit de la galerie G31 située au sud de G30, ainsi que la galerie G32 lui faisant suite. Ces chantiers correspondent plutôt à des amorces de galerie ou à des fronts de taille. Au sud et sud-ouest de ces deux chantiers, se trouvent les ouvrages G33, G34 et G35. En plus des vestiges observés en plafond et à la sole, il y a également des pans de parois résiduelles, surtout au plafond.

Dans la partie nord-ouest de la chambre C22, se remarque une nouvelle galerie, G36, mieux conservée. Elle a 1,90m de longueur, 1,20m de largeur et 1,60m de hauteur, avec un profil trapézoïdal caractéristique. Son front de taille est également particulier, car il présente un rainurage, mais il en sera question plus loin au sujet de l'échantillonnage dans la mine. Au sud-ouest de G36 se trouve une autre galerie ancienne de belle qualité, G40, mesurant 5m de longueur, 1,40m de largeur et 1,60m de hauteur. Sur le plafond sont préservés des gradins renversés et dans les parois anciennes sont encore en place quatre niches à lampe (fig.11).

Au sud-ouest de la galerie G40 et sur le plafond sont visibles à nouveau les traces d'une autre galerie ancienne, G38, présentant une niche à lampe en paroi est. Sur la sole, les traces de cette galerie sont difficilement décelables en raison de la reprise minière moderne. Similaire à la galerie G40, sur le plafond il y a des gradins renversés. A l'ouest de cette galerie G38 on trouve le dernier chantier du secteur ouest du niveau Cârnic9-Inférieur, il s'agit de la courte galerie G39.

Les observations faites sur les stratigraphies confirment la présence directement sur la sole d'un niveau fin, formé à 80-90% d'une matrice sablo-argileuse et de 20% de fragments de dacite inférieurs à 1cm de diamètre. Cette couche correspond au niveau de circulation antique. Les niveaux supérieurs sont plus grossiers avec des fragments de dacite (60%) de 2 à 10 cm de diamètre et moins de matrice fine (seulement à 40%).

Datation des travaux

Dans le niveau fin inférieur, nous avons trouvé des morceaux de charbons de bois dans la galerie G27. Leur datation pour le radiocarbone a donné la fourchette chronologique comprise entre 135 et 380 de notre ère, il s'agit donc de charbons d'époque romaine (Laboratoire Archéolabs - G27, US 2 : charbons de bois, hêtre - date calibrée C14 : 135 cal AD - 380 cal AD). Dans la galerie G30, nous avons découvert un fragment de lampe romaine, ainsi que dans le remplissage plus grossier de la galerie G37 (fig.11). Nous avons également découvert un troisième fragment de lampe romaine portant la marque FOR(TIS). Il s'agit de lampes à canal, forme Loeschcke X, typiques du IIe siècle de notre ère.

Dans les réseaux antiques de Rosia Montana, nous n'avons pour le moment trouvé que cette forme de lampe. Avec la galerie G39, les derniers fronts de taille de la partie ouest du niveau Cârnic9-Inférieur ont été atteints. Toutes les découvertes faites dans ce réseau indiquent une exploitation romaine datable du IIe siècle de notre ère.

Des aires de traitement du minerai en souterrain pour suivre les teneurs

Cet ensemble montre une géométrie des travaux représentative des stratégies d'exploitation antique. On a observé notamment dans ce réseau des fronts de taille ayant conservé des vestiges de rainurages antiques, comme dans la galerie G36 (prise d'échantillon de roche selon un volume quadrangulaire), qui montrent que les mineurs avançaient en échantillonnant systématiquement leur front de taille de manière à bien suivre la teneur en métaux précieux (fig.14).

De même, des cuvettes creusées à la sole des travaux comme en G22, G28 et G27 ont sans doute permis comme ailleurs dans le massif de Cârnic de stocker des petites réserves d'eau, utiles pour pratiquer la concentration d'un peu de minerai broyé, en vue de suivre la présence d'or et d'argent au front de taille des différents chantiers. Cette activité de contrôle de la richesse de la minéralisation à l'avancement va de pair avec le rainurage observé sur certains fronts de taille. Cela renforce notre hypothèse d'un suivi et d'un contrôle des teneurs du minerai exploité, directement en souterrain, à côté des chantiers en activité, sans avoir à attendre le retour en souterrain des résultats du traitement du minerai et des teneurs, travail long effectué en surface. Il s'agissait d'obtenir l'information au plus vite pour éviter de travailler trop au stérile. Cela indique aussi que la vue des mineurs de l'Antiquité s'était bien adaptée à la pénombre du milieu souterrain, sans doute moyennement éclairé par les lampes à huile.

Les chantiers antiques en gradins du réseau Cârnic 10

A partir de l'exploration du réseau Cârnic 9 il a été possible, après que notre équipe de

mineurs ait fait des travaux de désobstruction et de consolidation par boisages, d'élargir la zone d'exploration et de découvrir un nouvel ensemble de travaux antiques, bien conservés et constituant d'un seul tenant le secteur appelé Cârnic 10 (fig.3).

Ce réseau antique de grandes dimensions communique avec Cârnic 9 par le sud, et avec Cârnic 4 et Cârnic 8 par son flanc est. L'ensemble couvre une surface de près de 2700m² (45x60m) et comprend plus de 400m de travaux linéaires développés sur environ 21m de dénivellation (fig.15). Dans la partie Est, les travaux antiques ont été très remaniés par des effondrements et des reprises modernes. Les secteurs intéressants sont ceux situés en partie centrale et dans les trois développements côté ouest. Cârnic 10 correspond à un ensemble de chantiers inclinés, travaillés par des gradins parallèles et étagés du bas vers le haut. Le suivi de la dynamique d'exploitation montre qu'il s'agit de séries de galeries trapézoïdales, ouvertes les unes à côté des autres, puis les unes au-dessus des autres en respectant l'inclinaison des structures minéralisées, à savoir des croisements de veines (horizontales et verticales) et de corps de brèche (dykes de brèche).

Comme dans les chambres de Cârnic9-Inférieur, les mineurs anciens ont gardé des piliers de soutènement à intervalles réguliers pour assurer la tenue des plafonds et donc leur sécurité. Ces piliers correspondent à des parois de galeries tronquées, dont des pans ont été conservés sur toute leur hauteur. Ce type de chantier d'exploitation, une galerie horizontale de section trapézoïdale, a été adapté à la morphologie du corps de minerai constitué par un panneau minéralisé, incliné et situé au contact d'une brèche friable et d'une brèche plus consolidée. Afin de conserver le plafond en place, la partie supérieure du filon au contact de la roche meuble n'a pas été enlevée sur une vingtaine de cm et l'exploitation s'est développée seulement dans le mur du filon en roche dure (fig.16).

Ce mode d'abattage et de progression donne à l'ensemble une morphologie typique avec de multiples fronts de taille étagés qui portent l'empreinte en creux du tracé trapézoïdal des différentes galeries. Du sud vers le nord, on trouve trois zones bien circonscrites : C10-Inférieur, C10-Supérieur/Intermédiaire et C10-Moyen. Certains secteurs ont livré un étage sous-jacent présentant des galeries de recherche isolées, ce sont G50, G26, G80 et G34, ainsi qu'un étage complet sous-jacent à la partie nord de Cârnic10-Moyen comprenant quatre galeries accolées aux parois intermédiaires abattues (fig.15). Des fragments de lampes romaines du II^e s. de notre ère ont été également retrouvés dans les comblements des chantiers. Les soles des parties les plus hautes ne portaient pas de remblais, ce qui indique un travail de désobstruction fait par les mineurs modernes. On leur doit aussi de fortes reprises du côté Est de Cârnic10 où les chantiers antiques ont été défigurés et comblés par les remblais modernes.

Cârnic 10-Inférieur

Cette partie du réseau de Cârnic 10 occupe le côté sud-ouest. C'est le premier secteur auquel on accède lorsque l'on arrive depuis le réseau Cârnic 9 par une galerie moderne (fig.15). Dans l'Antiquité, ces deux réseaux n'étaient pas reliés. Cârnic10-Inférieur couvre 600m² (20x30m) et correspond à un ensemble de travaux d'exploitation orientés nord-est/sud-ouest. Les chantiers de Cârnic10-Inférieur ont été percés de bas en haut, en suivant un fort pendage, de 30° dans la partie haute, le secteur de G6-G7, et de plus de 55° à l'entrée, au niveau du grand chantier D1.

Les mineurs antiques sont venus du côté est. L'ensemble des travaux de Cârnic10-Inférieur apparaît comme ayant été ouvert en continu, au cours d'une même période d'exploitation, à savoir le courant du II^e siècle de notre ère, au regard des lampes romaines de type Loeschcke X découvertes dans les remblais amassés à la sole de certains ouvrages (fig.15

et 17). Dans Cârnic10-Inférieur, les mineurs ont progressé du nord-est vers le sud-ouest comme l'indique l'orientation générale des travaux. La technique d'abattage a été faite entièrement à l'outil en fer comme la forme générale des travaux de section trapézoïdale et les traces d'outil l'attestent. Le mode d'avancement a consisté à ouvrir des chantiers en galeries parallèles et accolées, mais étagées selon un fort pendage ascendant. Rapidement, les parois entre les galeries ont été abattues en ne laissant que des reliquats à la sole. Le plafond des chantiers a été égalisé en pente régulière vers l'amont pendage, en créant un plafond incliné, uniforme. Ce sont les vestiges de parois entre les différents ouvrages qui rappellent l'abattage initial par des séries de galeries parallèles (fig.16).

Le stade d'évolution terminale de ce type d'avancement se voit dans le secteur Sud du chantier D1 et dans la zone centrale Est des ouvrages G10-G28-G33-G30-G31 et G27-G55-G32 où l'ensemble de l'exploitation se résume à une vaste chambre très inclinée, à la couronne égalisée régulièrement en oblique et à la sole taillée en hauts gradins ascendants. Dans la partie ouest/sud-ouest, l'avancement n'a pas atteint son développement ultime et l'on retrouve un ensemble de galeries aux parois conservées, les ouvrages G2-G3-G4 et G52-G5-G6-G7 et leurs différents fronts de taille. Quelques niches à lampe ont été conservées de ce fait dans ces secteurs, car elles étaient généralement placées en haut des parois près des plafonds et ont donc disparu dans les secteurs où les parois des galeries ont été abattues.

En revanche, dans la zone intermédiaire G53-G29-G28-G57-G56-G59, les reliquats de parois entre les galeries se voient encore à la sole des chantiers. Ce vaste ensemble a été partiellement repris ici ou là par les Modernes. Quant aux mineurs de l'Antiquité, ils paraissent avoir laissé l'ensemble du réseau vide de déblais miniers et les tessons de lampe découverts se trouvaient seulement au niveau des ouvrages G30-G27, situés en zone centrale, et au niveau d'un sol de circulation antique épais d'une dizaine de centimètres (fig.17).

Cârnic 10 Supérieur et Intermédiaire

Ce vaste ensemble de travaux antiques se trouve situé au centre ouest du réseau de Cârnic 10. Il couvre une surface totale de 504m² (21x24m) et est en relation avec Cârnic10-Moyen au nord-est et avec Cârnic10-Inférieur au sud-est. Cet ensemble s'articule en deux secteurs, C10-Intermédiaire travaillé dans un premier temps en partie basse et côté est, et C10-Supérieur travaillé dans un second temps en partie haute, côté ouest (fig.15).

Les deux secteurs ont été ouverts successivement de l'aval en progressant vers l'amont, à l'image du secteur C10-Inférieur. En C10-Intermédiaire, les travaux ont été développés en gradins ascendants du sud-est vers le nord-ouest, en suivant un pendage progressif de 30° côté nord, alors que côté sud, on observe une importante dénivellation de 2,50m entre les chantiers G68 et G69. De même, pour passer de C10-Intermédiaire à C10-Supérieur, on trouve un gradin haut de 1,50m entre les chantiers G36 et G68, côté sud. Côté nord on peut accéder à C10-Supérieur, soit par le passage couvert donnant dans l'ouvrage G34 au toit effondré, soit en escaladant un gradin haut de 1,50m au nord de G34. C10-Supérieur a été développé du nord-est vers l'ouest, puis le sud-ouest en suivant une pente régulière de 20°. Entre l'extrémité supérieure, côté ouest, de C10-Supérieur et la base, côté est, de C10-Intermédiaire on note une dénivellation de 8,50m.

Dans C10-Intermédiaire et C10-Supérieur, tous les fronts de taille et les soles des ouvrages ont été dégagés permettant de topographier en détail l'ensemble. Quelques fragments de lampe ont été trouvés dans C10-Intermédiaire. Il s'agit exclusivement de lampes datables du IIe siècle de notre ère (type Loeschcke X), deux fragments côté sud à la base de la sole

G69, et côté nord, sept grands fragments dont un fond marqué (-)VTV(S) dans le chantier G93 (fig.17).

Là, comme dans C10-Inférieur, les chantiers ont été attaqués en galeries, puis les parois entre les ouvrages abattues, donnant au final un ensemble de travaux entaillant la roche en gradins ascendant, de l'est vers l'ouest. Le plafond des chantiers a été régulièrement égalisé en oblique donnant à ce secteur l'allure générale trompeuse d'un vaste chantier d'exploitation incliné, travaillé en défilage, notamment au niveau de D2. Deux piliers de soutènement ont été maintenus entre les ouvrages dans les parties centrale et est de ce secteur. Deux galeries ont été creusées en sous-cavage depuis C10-Inférieur, la galerie G50 au sud qui communique par une lucarne avec le chantier G69, et la galerie G26 au nord qui communique aussi par une lucarne avec la galerie G85.

Le secteur C10-Supérieur est un cul-de-sac et n'est relié qu'à C10-Intermédiaire. Il correspond sans doute aux derniers ouvrages exploités dans Cârnic 10. Pour cette raison, on y reconnaît très bien la succession de galeries de section trapézoïdale qui ont été ouvertes en enfilade, quasi parallèlement les unes à côté des autres en suivant une progression depuis le nord-est en direction du nord, puis obliquant ensuite vers le sud-ouest. Ces galeries ont en moyenne 0,75m de largeur en couronne, 1,30m de largeur à la sole et 1,50 à 1,70m de hauteur (fig.18).

Il s'agit tout d'abord des galeries G35, G36, G60 et G37 (fig.15). Puis se décalant toujours vers le nord, on trouve G66, et vers l'ouest les galeries G38, G61, G62 et G39. La progression continue ainsi vers le nord avec G67 et ensuite vers le sud-ouest G63 et G40. Ce schéma se poursuit encore selon deux vagues de travaux successifs montants : vers le nord, G64, puis vers l'ouest G41 et enfin, vers le nord G46, puis vers l'ouest G42 et ses trois fronts de taille accolés en direction du nord G43, G44 et G45 (fig.19). Le plafond des ouvrages a été égalisé en oblique comme ailleurs dans Cârnic 10 (voir la dynamique d'exploitation proposée à la fig.20). La partie Est de ce dernier secteur n'a pu être totalement dégagée au niveau d'un pilier de soutènement et du front de taille de la galerie G47, car le plafond était à cet endroit dangereux et fragilisé par une grande fracture. Par sécurité, un fort amas de déblais miniers, pour l'essentiel modernes, a été laissé en place pour consolider le pilier ancien (fig.15).

Dans Cârnic10-Supérieur, le profil trapézoïdal des galeries se reconnaît très bien, car les fronts de taille ont généralement été bien préservés des reprises minières, à tout le moins dans leur partie basse (section S1-S1', fig.18). La particularité de C10-Supérieur reste la série de parois résiduelles situées à la sole des ouvrages. Elles segmentent régulièrement les différents chantiers permettant de bien visualiser le système de progression des mineurs de l'Antiquité par des chantiers montants en forme de galeries parallèles, étagées selon une déclivité ascendante de 20° en moyenne.

Dans ce secteur amont de Cârnic 10 qui a été retrouvé partiellement comblé par les déblais des reprises minières modernes laissés sur place, on remarque deux forts piliers de soutènement, l'un côté nord-ouest dans la zone fragilisée par la fracture, et l'autre côté sud-est qui surplombe C10-Intermédiaire (fig.15). Dans C10-Supérieur également, tous les fronts de taille antiques ont été atteints permettant d'établir une topographie détaillée de l'ensemble. On constate ainsi que les reprises minières modernes ont partiellement déformé des fronts de taille antiques, comme en G37, G38, G42 et G43 et toute la paroi à l'est de G47. Ailleurs et pour l'essentiel, les reliefs antiques ont été préservés (fig.19).

Dans l'ensemble les galeries ont des soles horizontales, on remarque cependant quelques marches ici ou là qui permettent de négocier les dénivellations entre les ouvrages.

Quelques niches à lampe ont été conservées : à savoir une dans G36, puis quatre en G37 qui est la galerie la plus longue (9,50m de longueur), toutes placées sur la même paroi ouest. On trouve deux niches dans G40, trois dans G43, les unes à côté des autres, et enfin deux se trouvent regroupées entre G42 et G46. Ailleurs les parois ayant été abattues entre les ouvrages dans leur partie haute là où se trouvent généralement placées les niches, ces dernières ont donc disparu. Un seul fragment de lampe romaine du II^e siècle, portant la marque FOR(TIS), a été retrouvé à la sole de la galerie G46 située à l'extrémité nord du secteur.

Les longues coupes cumulées établies du nord-ouest au sud-est au travers des deux secteurs C10-Supérieur et C10-Intermédiaire rendent bien compte de la succession des galeries parallèles et de la déclivité entre les deux zones (fig.18). On remarquera enfin deux ouvrages percés en sous-cavage, la galerie G34 au toit partiellement effondré lors de la fouille dans une zone instable et la galerie G80 bien conservée et creusée sur plus de 2m de longueur sous les chantiers G65 et G64. A l'entrée de cette galerie G80 une série de planchettes en bois a été retrouvée, elles étaient disposées les unes à côté des autres à l'intérieur de la partie haute du comblement. Il s'agit peut-être des vestiges d'un lattis de bois rejeté là sans que l'on puisse pour le moment en restituer l'usage. Cette galerie G80 communiquait par une lucarne avec la galerie G34. Ces deux ouvrages foncés sous le niveau général des travaux, et tous les deux de direction est-ouest, peuvent correspondre à des recherches ouvertes pour estimer s'il y avait matière à ouvrir un étage inférieur d'exploitation sous le secteur C10-Supérieur. Dans ce secteur, la recherche minière n'a pas été poussée dans l'Antiquité au-delà de ces deux galeries.

Cârnic 10-Moyen

Ce secteur de travaux se trouve localisé au nord/nord-ouest de Cârnic 10 et s'étend sur une surface de 792m² (24x33m). Cette zone de travaux d'exploitation se développe sur un plan légèrement incliné d'ouest en est selon un pendage moyen de 25°. Les mineurs ont attaqué ce secteur par l'est en direction de l'ouest. La liaison avec Cârnic10-Intermédiaire faite au niveau de la galerie G26 n'a dû intervenir que dans un second temps (fig.15).

Côté nord-est, on trouve une succession de fronts de taille G22, G21, G20 et G19 qui correspondent à de courtes galeries de section trapézoïdale ouvertes les unes à côté des autres, puis aux parois abattues entre les ouvrages. Une importante fissure placée côté Est témoigne de l'instabilité de ce secteur dont la partie centrale, D3, a été fortement reprise par les Modernes, notamment au niveau du plafond. Pour des raisons de sécurité et également par manque de place pour le stockage, les déblais essentiellement modernes situés au centre de la salle D3 ont été laissés en place. Au nord du secteur se développe un large chantier moderne, D4, non fouillé (fig.15).

Côté ouest et sud-ouest du secteur, on trouve du nord au sud une succession de quatre courtes galeries d'exploitation. La galerie G18 présente une sole horizontale percée qui donne dans un étage inférieur non encore complètement topographié et comprenant quatre galeries accolées (fig.15). Vient ensuite la galerie montante avec marches, G17, bien conservée. Puis, c'est la galerie G16 au front de taille fortement repris et prolongé par les Modernes. Ces deux ouvrages ont été ouverts en léger surplomb par rapport à des fronts de taille, G72, G71, G70, de section quadrangulaire. Ils correspondent à des vestiges de soles de galeries anciennes à la partie supérieure détruite par l'avancement des travaux dans l'Antiquité. Le dernier ouvrage situé côté sud-ouest correspond à la galerie G26 qui a livré dans son comblement un fragment de lampe romaine du II^e siècle. Cette galerie G26 se trouve creusée en direction de Cârnic 10-Supérieur et elle passe sous la galerie G85 de ce niveau ; une petite lucarne a même été percée entre les deux ouvrages.

L'ensemble des travaux de Cârnic10-Moyen est à l'image des chantiers précédemment étudiés dans Cârnic 10, à savoir des attaques par des successions de galeries ouvertes les unes à côté des autres pour former au final, et après abattage des parois, une grande salle défilée (fig.20). Ici, les travaux ont été ouverts en éventail du nord-est vers le sud-ouest à partir d'une aire centrale. On remarque que les chantiers de la partie ouest sont restés à l'état de galeries sans abattage des parois intermédiaires.

Fouilles et topographie dans le massif de Paru Carpeni

Une découverte très importante a été faite lors de la campagne archéologique de 2004 par l'équipe d'exploration encadrée par B. Ancel. Cette équipe partie en reconnaissance souterraine dans le secteur de Paru-Carpeni a découvert les emplacements d'au moins deux roues hydrauliques pour l'exhaure (pompage) dans la mine, supposées d'époque romaine (fig.1). Il s'agit de grandes salles de section quadrangulaire, reliées à une galerie basse (d'où venait l'eau) et une galerie haute (vers où l'eau était remontée) dans lesquelles étaient installées des roues élévatoires à augets en bois. Ces roues puisaient l'eau à drainer depuis le fond de la salle pour la remonter vers une galerie supérieure au travers d'un canal d'exhaure placé en hauteur le long de la roue et au niveau d'un canal latéral creusé dans le côté de la galerie supérieure. Les deux salles découvertes en 2004 étaient remplies d'une accumulation de boisages conservés, mais effondrés en tas. Avant fouille, il n'était pas possible de dire si les roues, elles-mêmes, étaient encore dans les chambres, car le boisage des plafonds les avait brisées et masquées en s'effondrant. Par contre le dispositif de portage des roues, deux poutres disposées parallèlement et entaillées chacune d'une encoche, était encore en place et visible.

Premières données tirées des fouilles 2005 et 2007

Un morceau de planche en bois de sapin a été prélevé dans un premier temps pour une analyse C14 et la datation a donné : 1925 +/- 50 BP (40 BC – 220 AD) ; en date C14 calibrée cela donne, à près de 92% de probabilité, entre 1 cal BC et 220 cal AD, donc entre le Ier et le IIe siècle de notre ère. Il s'agissait donc bien de boisages antiques. Devant l'importance de cette découverte, il a été programmé de commencer les fouilles en 2005 dans la salle C1 la mieux conservée. En effet, les roues d'exhaure d'époque romaine trouvées en mines l'ont été pour la plupart dans le Sud-Ouest de la péninsule Ibérique (Espagne et Portugal) à la fin du XIXe et au début du XXe siècle, ainsi que vraisemblablement dans la mine d'or de Dolaucothi au Pays de Galles (Domergue 1990). La dernière découverte d'un tel dispositif trouvé *in situ* remonterait à la fin des années 1930. Or, ces découvertes fortuites l'ont été hors contexte archéologique par les mineurs modernes et leur étude complète en place n'avait encore jamais été réalisée par des archéologues.

En mai et en juillet 2005, les fouilles ont porté sur la salle d'exhaure C1 contenant beaucoup de pièces de bois antiques, dont certaines pièces de boisages encore en place contre les parois (fig.21). Par exemple, une longue échelle monoxyle encochée, brisée en deux morceaux et longue de plus de 5m, a été découverte encore appuyée à la paroi dans la salle C1, intercalée entre les boisages effondrés qui occupaient le centre de l'espace. Chaque pièce de bois a été déplacée avec soin, puis nettoyée, dessinée et photographiée avant d'être stockée, une fois emballée dans un film plastique et dans du plastique à bulles, à l'étage inférieur dans une partie du réseau moderne sous-jacent. Dans cet espace protégé par un accès limité, les conditions de conservation des boisages antiques de grande dimension sont préférables à une sortie au jour non préparée. En effet, en attendant d'avoir trouvé un grand espace de stockage sécurisé en surface pour cet important lots de bois, les conditions souterraines à -30m de profondeur se trouvent être assez satisfaisantes.

La fouille a été menée dans la totalité de la salle centrale, C1 (largeur 2,30m, longueur 4,50m et hauteur 5,80m), qui se trouve être une salle intermédiaire entre trois autres salles (fig.22 et 23) du même type, l'une située à un niveau inférieur (C2) et les deux autres à l'étage supérieur (C3 et C4). En 2007, une deuxième campagne de fouilles a permis d'explorer l'étage supérieur de travaux à partir de la galerie G5. Cette dernière correspond à une galerie de service qui permet de relier les deux étages de chambres par un passage de contournement en forme de descente équipée de marches.

Trois des salles C2, C3 et C4 qui complètent le dispositif de pompage sont en cours de fouille. Par ailleurs, si la chambre inférieure C2 paraît pour le moment être la salle la plus profonde de ce système de pompage par remontée des eaux d'infiltration dans la mine en direction d'une galerie d'exhaure allant au jour, rien ne dit que le système se limite à ces quatre salles d'exhaure équipées de roues élévatoires. La suite de la fouille nous permettra de répondre à cette question, sachant que nous nous trouvons avec le système actuellement identifié à quelques 30m de profondeur sous le niveau de la vallée.

Boisages dans les chambres d'exhaure

En 2005, nous avons également dégagé de ses déblais une galerie inférieure, G2, qui semble être une galerie de recherche prolongeant le travail des mineurs sur près de 10m de longueur vers le sud-est. Cette galerie a suivi un filon vertical encore bien visible en couronne. Le front de taille de cette recherche a été recoupé par une reprise moderne. Sur la paroi ouest on observe cinq niches à lampe (fig.22). Enfin en 2005, la fouille a porté côté nord/nord-ouest sur la galerie basse G3 par laquelle l'eau remontée de la chambre inférieure C2 transitait. Dans cette galerie G3, plusieurs éléments de boisage d'un étayage antique sont apparus partiellement conservés en place. Il s'agissait d'un boisage fait d'étais verticaux placés contre les parements et assemblés à un étau horizontal mis en soutien contre la couronne (fig.22). La fouille de la galerie G3 est en cours. Le niveau de son remplissage a seulement été suffisamment abaissé pour permettre d'aller en exploration plus vers le nord et l'ouest et découvrir la chambre inférieure C2 que prolonge une galerie de recherche inclinée, G4, qui se termine après 9m de longueur sur un front de taille.

Entre la galerie G3 et la salle d'exhaure C2 s'ouvrent en couronne des travaux supérieurs, les galeries G5 et G6 qui faisaient le lien entre les deux niveaux découverts de ce dispositif d'exhaure (fig.23). Cette galerie G5 longue de 7,62m est marquée de trois niches à lampe dans sa paroi ouest. Elle donne dans un puits court, P1, de section carrée avec 1,87m de côté pour 1,74m de hauteur. Ce puits ouvre sur le deuxième étage qui comprend les chambres d'exhaure C3 et C4 du côté sud et l'ouvrage allongé formé par les passages C5 et C6 côté nord qui bifurquent pour donner d'un côté dans la galerie G8 et de l'autre dans la galerie G7. Tout ce passage Nord n'a pu être fouillé que sur une courte distance en 2007. Dans la partie fouillée, une voie de roulage en bois a été dégagée à la sole. Les boisages ont été datés par dendrochronologie des XIXe/XXe siècles.

De même, à l'étage inférieur et du côté sud, le haut de la salle C1 qui donne dans la galerie G1 n'a pas pu être encore fouillé (fig.21). Cette galerie G1 porte une niche à lampe en paroi ouest et six niches à lampe en paroi est (fig.22). C'est par cette galerie supérieure que transitaient les eaux de drainage remontées vers la surface. Au bout de la galerie G1, on distingue dans le comblement qui va jusqu'à la couronne, des pièces de boisage conservées et très similaires à celles trouvées dans la salle C1. On voit notamment le bout d'une poutre encochée de mortaises semblables à celles qui soutiennent le boisage du plafond de C1, d'où l'hypothèse de la présence d'un boisage au plafond de cette salle C3, identique à celui étudié dans la salle C1.

La fouille de la salle C1 a permis de distinguer deux types de boisages. Nous avons tout d'abord identifié un ensemble de pièces de bois liés à un étayage complet de la partie supérieure de la salle C1 qui se trouvait fragilisée par le passage d'un filon juste dans son grand axe. Ce boisage reposait sur deux longues poutres situées au tiers supérieur des parements est et ouest et bloquées en place dans des encoches ménagées dans la paroi (fig.24).

La poutre située côté est se trouve toujours à son emplacement d'origine dans la salle (fig.21). L'autre poutre a été retrouvée en travers de la salle, car le haut du parement ouest s'est effondré entraînant vers le bas tout le dispositif de l'étayage à l'exception de la poutre côté est (Cauuet 2008).

Dans ces poutres porteuses, huit petites mortaises de section quadrangulaire ont été creusées pour permettre le calage de huit étais, de chaque côté des deux parements. Ces étais étaient solidarités avec un troisième étau placé horizontalement contre le plafond de la salle. Les trois pièces de l'assemblage s'emboîtaient les unes dans les autres par un système de tenon et de mortaise (fig.25). La quasi-totalité des pièces de cet étayage placé en renfort au-dessus de la roue élévatoire a été retrouvée, étudiée et conservée dans la mine. Un deuxième système de protection en bois a été retrouvé conservé encore en place au niveau de la cuve taillée dans la sole de la salle pour servir de bassin de stockage de l'eau à drainer. Il s'agit d'un palplanchage vertical plaqué contre la paroi ouest de la salle C1 et maintenu en place par un tronç de section circulaire, lui-même bloqué dans des encoches taillées dans la paroi (fig.26).

Restitution d'une roue hydraulique

Enfin, les dernières pièces de bois retrouvées dans la salle concernent les supports de la roue et les pièces brisées de la roue (fig.26 et 27). Cette roue élévatoire devait avoir un diamètre de 3,90m. Elle était constituée de 29 pales ou rayons dont la partie terminale élargie constituait deux des côtés des augets terminaux de la roue (fig.27 et 28). Ces augets correspondaient à des caissons (boîtes stockant l'eau au passage de la roue) munis d'une petite ouverture en quart de cercle d'un seul côté permettant à l'eau de s'y engouffrer (fig.27). Le dessus et le fond de ces augets étaient formés par deux fines planchettes glissées dans des feuillures creusées de chaque côté de l'élargissement terminal des pales, en haut et en bas de cet élargissement (fig.29, pièces 2 et 3). Les deux côtés extérieurs de ces augets, dont la face percée de l'orifice en quart de cercle, étaient constitués par des planchettes grossièrement arrondies dans leur découpe et suffisamment longues pour permettre de fermer deux augets à la fois. Des fragments de toutes ces différentes pièces ont été retrouvés, éclatés et entassés dans un angle de la salle d'exhaure. C'est la découverte de chacune de ces pièces remarquables qui nous a permis de faire une proposition de restitution de cette roue hydraulique (fig.27 et 28).

La roue s'appuyait de chaque côté sur des poutres encochées en leur milieu d'une mortaise ouverte de section quadrangulaire. Côté parement ouest, le support était matérialisé par une poutrelle longue de 55cm et calée dans une encoignure creusée dans la paroi pour la maintenir en place. Cette pièce est restée en place dans son logement d'origine ce qui nous permet de calculer avec quasi certitude le diamètre de la roue. De l'autre côté, la roue était supportée par une longue poutre qui a été retrouvée en travers de la salle, légèrement déplacée vers le bas, sans doute par la chute du boisage supérieur. En revanche, la partie centrale de la roue, l'axe, n'a pas été retrouvée dans la salle (fig.30).

Par nos recherches bibliographiques nous savions que des éléments de roue d'exhaure avaient été retrouvés à Rosia Montana au XIXe siècle, mais sans que l'emplacement exact de ce type d'équipement de pompage ait été précisé. Cette découverte avait été publiée en 1868 par l'ingénieur des mines Posepny (Posepny 1868). Il était en activité sur le site à cette époque

et avait proposé une restitution de la roue, mais hors contexte archéologique souterrain et le système de soutènement de la roue ainsi que le nombre d'augets de la roue elle-même n'étaient pas de ce fait en adéquation avec la réalité des pièces retrouvées. Par ailleurs, se trouvent actuellement exposés au musée archéologique d'Alba Iulia, deux pales et un axe de roue pratiquement complet (fig.29). Nous avons pu aller étudier ces pièces remarquablement conservées au musée pendant le mois de juillet 2005 pour en faire des photos et des dessins.

Il se trouve que la salle C1 a été percée dans sa partie inférieure, juste au niveau du bassin de stockage de l'eau de drainage, par une galerie moderne remontante (fig.22). Il paraît donc très vraisemblable que ce soit lors de cette découverte fortuite que les mineurs modernes ont prélevé les deux pales et l'axe de la roue qui se trouvent maintenant au musée d'Alba Iulia. Grâce à l'ensemble de ces pièces nous avons pu effectuer une première restitution du dispositif de la roue et de la succession des quatre salles à roues élévatoires, reliées aux différentes galeries de drainage inférieures, supérieures et aux galeries de recherche ou de liaison (fig.31).

Chronologie des travaux

L'étude d'ensemble de ce dispositif de pompage en bois datant du IIe siècle de notre ère est en cours et compte tenu du nombre de pièces de bois découvertes et de leur excellent état de conservation, nous avons fait venir de France un spécialiste en dendrochronologie, Christian Orcel du laboratoire Archeolabs. Il a procédé au prélèvement systématique par fin carottage de toutes les pièces découvertes et accessibles. Cela va constituer un important corpus permettant de faire un remontage et un chaînage des âges des arbres abattus, vraisemblablement au même moment, pour mettre en place tout l'équipement de bois de cette salle C1. Son étude est en cours, mais nous savons déjà que la plupart des essences sont le sapin pour les pièces des boisages et le hêtre pour les pièces de la roue.

La plupart des pièces des boisages supérieurs et inférieurs de la salle se corrélaient parfaitement et paraissent se caler dans le milieu du IIe siècle après J.-C., autour de 155 de notre ère. En revanche, les pièces d'étayage rencontrées dans la galerie inférieure G3 seraient plus anciennes de 50 ans environ datant vraisemblablement de la fin du Ier siècle ap. J.-C., vers 97 (fig.32). L'étude doit être aboutie pour pouvoir donner plus de précisions, mais déjà il ressort que cette étude dendrochronologique devrait nous fournir des jalons chronologiques de première importance pour comprendre la succession des aménagements en bois mis en place dans cet espace de travail antique.

Conclusion

Après dix années de recherches archéologiques minières sur le site de Rosia Montana, il est possible de dresser un bilan sur la nature, l'importance et l'état de conservation des vestiges miniers antiques du site. Si un aperçu synthétique peut être fait sur le massif de Cârnic et sur ce qu'il reste du massif de Cetate, en revanche notre vision reste forcément parcellaire concernant les massifs de Cos, Carpeni, Orlea et Tarina où l'étude de terrain est encore à l'étape d'exploration (topographie exploratoire et recherches archéologiques proprement dites) encore très partielle. Malgré cette vision incomplète sur l'ensemble des travaux antiques, on observe une certaine répétition dans la forme et la distribution de la plupart des ouvrages étudiés sur tout le parc minier souterrain. Dans le même temps, certains chantiers miniers sont spécifiques à un secteur ou un massif donné, généralement en raison de la forme particulière et du pendage de la minéralisation (filon, brèche, stockwerk, imprégnation), de la nature de la roche encaissante et de sa plus ou moins grande dureté (dacite plus ou moins silicifiée, roche volcano-sédimentaire tendre), ou encore de la position topographique des travaux par rapport au niveau hydrostatique.

A Rosia Montana, on aura préféré aux puits verticaux un accès par de longues descendries foncées depuis le jour. Dans l'Antiquité à *Alburnus Maior* (nom antique de Rosia Montana), l'état romain possède tout l'espace minier et ses richesses. Le fisc romain gère cet espace qu'il loue à des petits entrepreneurs privés qui emploient des travailleurs libres, comme la tablette cirée X (*CIL*, III, p. 948, X) découverte sur le site l'atteste (Slotta, Wollmann, Dordea 2002, p.75-76 et 111). Les espaces concédés et affermés pouvaient être distribués au cœur du massif, dans les zones riches, atteintes par les ouvrages d'accès et les travaux de recherche. Les axes importants que sont les galeries et les descendries ont dû être percés pour faciliter la gestion et le découpage de l'espace minier et pour permettre d'en contrôler l'exploitation. On imagine que l'administration romaine de la mine devait surveiller avec attention le percement de tels ouvrages longs de 30 à plus de 70m comme la galerie spectaculaire G31 trouvée dans le réseau Cârnic 2 (Cauuet 2004b et 2004c).

L'étude des plans des réseaux conservés permet de restituer une organisation spatiale. Elle est le reflet de l'entreprise de planification de la production instituée par le fisc romain pour servir au mieux les finances de l'état. L'étude des ouvrages miniers de Rosia Montana, a nécessité la recherche de la logique de leur développement, conditionnée par la nature du gisement, par le type et le nombre d'exploitants, astreints à travailler selon un programme réglé par des lois. Les mines d'or et d'argent d'*Alburnus Maior* constituent certainement un vaste complexe minier d'époque romaine, comparable à d'autres grands ensembles miniers du même type connus ailleurs dans l'Empire romain, comme le site de Vipasca à Aljustrel au Portugal et d'autres sites encore de la péninsule Ibérique. Par contre, les fouilles qui se sont déroulées depuis 2000 à Rosia Montana représentent le plus grand chantier d'archéologie préventive en milieu minier réalisé à ce jour en Europe. Des recherches à grande échelle de ce type n'ont été possibles à ce jour que dans le cadre de grands projets d'investissements internationaux qui offrent des conditions de fouilles sécurisées (assistance d'une équipe de mineurs) permettant d'entreprendre des recherches de grande ampleur. A Rosia Montana, la société Rosia Montana Gold Corporation (sous/compagnie de Gabriel Resources de Toronto) a financé le programme de fouilles préventives de 2000 à 2007 dans le cadre de son projet de reprise du gisement d'or et d'argent par des exploitations à ciel ouvert qui affecteront inévitablement le patrimoine archéologique et minier et qui de ce fait ont dû faire face à ce vaste programme de fouilles préventives en surface et en souterrain.

Les recherches pluri-disciplinaires menées par l'équipe franco-roumaine sur les différents massifs de Rosia Montana depuis 1999 apportent une vision renouvelée et enrichie des vestiges miniers antiques conservés sur le site depuis l'époque romaine (IIe-IIIe s. de notre ère). La démarche méthodologique adoptée et qui vient d'être présentée, est améliorée et complétée de mission en mission. Elle intègre régulièrement les équipements, les méthodes et les démarches scientifiques nouveaux qui apparaissent. Le travail de recherche conduit conjointement entre les archéologues/topographes dirigés par Bruno Ancel (archéologue minier du centre d'interprétation de la mine d'argent de l'Argentière-la-Bessée dans les Alpes), les archéologues/fouilleurs dirigés par Béatrice Cauuet (CNRS - Toulouse) et les géologues dirigés par Calin Tamas (de l'Université Babeş-Bolyai de Cluj-Napoca), permet une lecture et une interprétation fécondes de la mine ancienne. L'interdisciplinarité joue à plein et favorise la compréhension des vieux travaux.

Ainsi depuis 2004, des recherches nouvelles ont été introduites à Rosia Montana sur les questions paléo-environnementales relatives aux paléo-pollutions générées par l'activité minière et métallurgique antique. Ces recherches ont pour objectif la mise en œuvre d'une étude paléo-environnementale susceptible de documenter sur la longue durée l'histoire des activités minières et métallurgiques de ce secteur et dont l'origine supposée remonterait à la

Protohistoire. Il s'agit également d'appréhender l'impact environnemental de ces pratiques. Aussi, notre approche méthodologique combine-t-elle deux méthodologies distinctes mais complémentaires à savoir, l'étude palynologique dirigée par Didier Galop (CNRS - Toulouse) et Ioan Tantau (Université Babes-Bolyai) et l'étude géochimique dirigée par Fabrice Monna (Université de Dijon) d'un enregistrement sédimentaire non perturbé proche de la mine de Rosia Montana, une tourbière. La palynologie permet, en effet, de reconstituer l'histoire de la couverture végétale et des activités humaines à partir de l'étude des variations des grains de pollen fossiles, tandis que l'étude géochimique et plus particulièrement l'utilisation des isotopes du plomb, met en évidence les retombées atmosphériques de micropolluants liés aux pratiques extractives ou métallurgiques. Pour l'étude environnementale, deux tourbières ont été prélevées dans le voisinage du site de Rosia Montana, l'étude est en cours et les résultats seront finalisés et publiés prochainement.

De plus, depuis fin 2007, nous avons lancé des recherches physico-chimiques menées par Sandrine Baron (CNRS - Toulouse) en partenariat avec le géologue C. Tamas sur la traçabilité des métaux et nous commençons à caractériser chimiquement les différents corps de minerai exploités par les Anciens à Rosia Montana. Par le biais des éléments chimiques en traces, les minerais et les métaux produits à Rosia Montana dans l'Antiquité pourront être ensuite comparés par des analyses chimiques multi- isotopiques (isotopes du plomb, argent, cuivre, zinc), croisées à des analyses multi- élémentaires, à des objets archéologiques fabriqués en métaux précieux et retrouvés en Dacie romaine. Aussi, force est de constater qu'après exploration, fouilles et analyse géologique de la mine, la taille, la qualité et la complexité de ces travaux souterrains étonnent toujours, deux millénaires plus tard, les professionnels que sont les géologues, les mineurs et les archéologues. Etant donné l'absence d'archéologues miniers en Roumanie, l'équipe française a lancé dans le cadre du chantier-école archéologique de Rosia Montana, une formation des géologues et des archéologues roumains à l'archéologie minière. Ces formations sont en cours depuis 2000 et des échanges de chercheurs se développent entre la France et la Roumanie avec obtention de diplômes universitaires dans les deux pays.

Bibliographie :

CAUJET 2003 : Caujet B. *et alii*, Masivul Cârnic (Rosia Montana, com. Rosia Montana, jud. Alba) : Programul National de Cercetare "Alburnus Maior", *Cronica Cercetarilor Arheologice din România Campania 2002*, CIMEC – Institutul de Memorie Culturala, Bucarest, 2003, p.254-262.

CAUJET 2004a : Caujet B., Masivul Cârnic 2003 (Rosia Montana, com. Rosia Montana, jud. Alba) : Programul National de Cercetare "Alburnus Maior", *Cronica Cercetarilor Arheologice din România Campania 2003*, CIMEC – Institutul de Memorie Culturala, Bucarest, 2004, p.283-288 et 451, fig.61.

CAUJET 2004b : Caujet B., Les mines d'or et d'argent antiques de Dacie : le district d'*Alburnus Maior* (Rosia Montana, Roumanie), *Archéologies. Vingt ans de recherches françaises dans le monde*, Ministère des Affaires Etrangères, Paris, 2004, p.127-128.

CAUJET 2004c : Caujet B., Apport de l'archéologie minière à l'étude de la mise en concessions des mines romaines aux IIe et IIIe siècles. L'exemple de *Vipasca* (Aljustrel, Portugal) et d'*Alburnus Maior* (Rosia Montana, Roumanie), *V Mesa Redonda sobre Lusitania Romana : las comunicaciones*, J.-G. Gorges, E. Cerrillo et T. Nogales Basarrate (eds), Caceres 7-9 nov. 2002, Caceres, 2004, p.33-60.

CAUJET 2005a : Cauuet B., Les mines d'or antiques d'Europe hors péninsule Ibérique. État des connaissances et travaux récents, *Chronique Métallurgie, Pallas*, 67, Toulouse, 2005, p.241-291.

CAUJET 2005b : Cauuet B., Mines d'or et d'argent antiques de Dacie. Le district d'*Alburnus Maior* (Rosia Montana, Roumanie), *Les Nouvelles de l'Archéologie*, Editions Errance, N°100, Paris, 2005, p.38-43.

CAUJET 2008 : Cauuet B., Equipements en bois dans les mines d'or protohistoriques et antiques (Gaule et Dacie romaine), *Archéologie et paysages des mines anciennes. De la fouille au musée*, Dir. M.-C. Bailly-Maitre, C. Jourdain-Annequin, M. Clermont-Joly, Editions Picard, 2008, p.57-73.

CAUJET dir. 1999 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or antiques de Dacie. Vallée du Pianul et district de Rosia Montana (Carpates méridionales, Roumanie)*, DFS, Ministère des Affaires Etrangères françaises, 1999, 71p., 55 ill. (rapport inédit).

CAUJET dir. 2000 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or antiques de Dacie. Exploration du district de Rosia Montana (Monts Apuseni, Roumanie)*, DFS, Ministère des Affaires Etrangères françaises, 2000, 156p., 133 ill. (rapport inédit).

CAUJET dir. 2001 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or antiques de Dacie. Le massif de Cetate (Rosia Montana, Roumanie)*, DFS, Ministère de la Culture et des Cultes roumain, 2001, 216p., 187 ill. (rapport inédit).

CAUJET dir. 2002 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or antiques de Dacie. Le massif de Cârnic (Rosia Montana, Roumanie)*, DFS, Ministère de la Culture et des Cultes roumain, 2002, 243p., 233 ill. (rapport inédit).

CAUJET dir. 2003 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or antiques de Dacie. Les massifs de Cârnic et de Cos (Rosia Montana, Roumanie)*, DFS, Ministère de la Culture et des Cultes roumain, 2003, 219p., 146 ill. (rapport inédit).

CAUJET dir. 2004 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or antiques de Dacie. Les massifs de Cârnic, Jig et Orlea-Tarina (Rosia Montana, Roumanie)*, DFS, Ministère de la Culture et des Cultes roumain, 2004, 219p., 160 ill. (rapport inédit).

CAUJET dir. 2005 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or antiques de Dacie. Les massifs de Cârnic et de Paru Carpeni (Rosia Montana, Roumanie)*, DFS, Ministère de la Culture et des Cultes roumain, 2005, 244p., 233 ill. (rapport inédit).

CAUJET dir. 2006 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or et d'argent antiques. Massif de Cârnic, Rosia Montana, Roumanie*, DFS, Ministère de la Culture et des Cultes roumain, 2006, 2 Tomes, 239p. texte et 841 ill.

CAUJET dir. 2007 : Cauuet B. (dir.), *Mines d'or et d'argent antiques de Dacie. Massifs de Tarina et Paru-Carpeni, Rosia Montana (Monts Apuseni, Roumanie)*, DFS, Ministère de la Culture et des Cultes roumain, 2007, 118 p., 108 ill.

CAUJET ET AL. 2003 : Cauuet B., Ancel B., Rico C., Tamas G.C., Ancient mining networks. The French archaeological missions 1999-2001 (Rosia Montana, NW Romania),

Alburnus Maior I – Chapter V, Mining Archaeology, P. Damian (éd.), Bucharest, 2003, p.465-526 (versions roumaine et anglaise).

CAUJET, TAMAS 2003 : Cauuet B., Tamas G.C., Dynamics of exploitation and types of mining workings in *Alburnus Maior* ancient mining site (Rosia Montana, NW Romania), *Studia – Geologia, 6th International Symposium on Mineralogy*, Cluj-Napoca (Romania) – 18-21 Sep. 2003, University of Babes-Bolyai, 2003, p.31-33.

CAUJET, TAMAS *sous presse* : Cauuet B., Tamas G.C., Les travaux miniers antiques de Rosia Montana (Roumanie). Apports croisés entre archéologie et géologie, *Mineria antigua : estudios regionales y temas de investigacion actual*, Colloque International 28-29 novembre 2005, Casa de Velazquez, Madrid (*sous presse*).

DOMERGUE 1990 : Domergue C., *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, Collection de l'Ecole Française de Rome, 127, 625p.

POSEPNY 1868 : Posepny F., Eine Bergmaschine aus dem zweiten Jahrhundert und eine gleichzeitig gefundene Gegenstände, *Oesterreichische Z.f. Berg- und Hüttenwesen*, 16, 1868, p.153-154 et 165-168.

SLOTTA, WOLLMANN, DORDEA 2002 : Slotta R., Wollmann V., Dordea I., *Silber und Salz in Siebenbürgen*, Katalog zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Oct. 2002 - August 2003, Bochum, 4, 2002, 468p.

TAMAS ET AL. 2001 : Tamas G.C., Cauuet B., Ancel B., Lehrberger G., Rico C., Boussicault M., Ruttner V., Roman underground mining workings from Carnic Hill (Rosia Montana, Romania), Colloque International de Métallogénie, 8-12 Juin 2001 - Deva (Roumanie), Poster.

TAMAS ET AL. 2003 : Tamas G.C., Ghegari L., Ionescu C., Cauuet B., The relationships between breccia structures and ore veins. A case study from the Cetate Hill, Rosia Montana deposit (Romania), *Studia – Geologia, 6th International Symposium on Mineralogy*, Cluj-Napoca (Romania) – 18-21 Sep. 2003, University of Babes-Bolyai, 2003, p.124-126.

TAMAS ET AL. 2004 : Tamas C.G., Bailly L., Cauuet B., Breccia structures and Au-Ag mineral assemblages in Rosia Montana ore deposit, Apuseni mountains, Romania, Cook and C.L. Ciobanu (eds.), *Gold-silver-telluride deposits of the Golden Quadrilateral, South Apuseni Mts., Romania: guidebook of the International Field Workshop of IGCP project 486*, Alba Iulia, Roumanie, 2004, p.254-255.

FIGURES

Infographie : Béatrice Cauuet ; Photos : Equipe de fouille

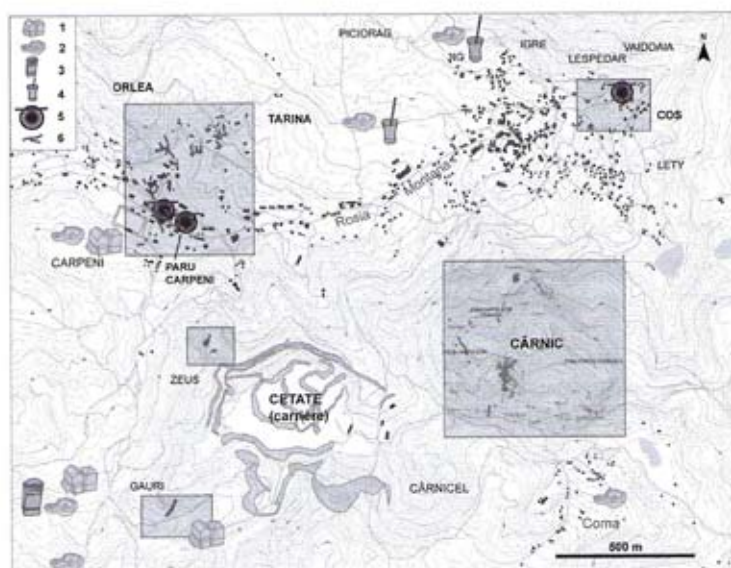


Fig.1 : Carte d'ensemble du site de Rosia Montana et en encadrés les zones de fouilles des réseaux miniers antiques dans les différents massifs. Principaux sites antiques: 1 - habitat; 2 - nécropole; 3 - sanctuaire; 4 - atelier de traitement du minerai; 5 - chambre souterraine avec roue hydraulique; 6 - chantiers miniers souterrains.

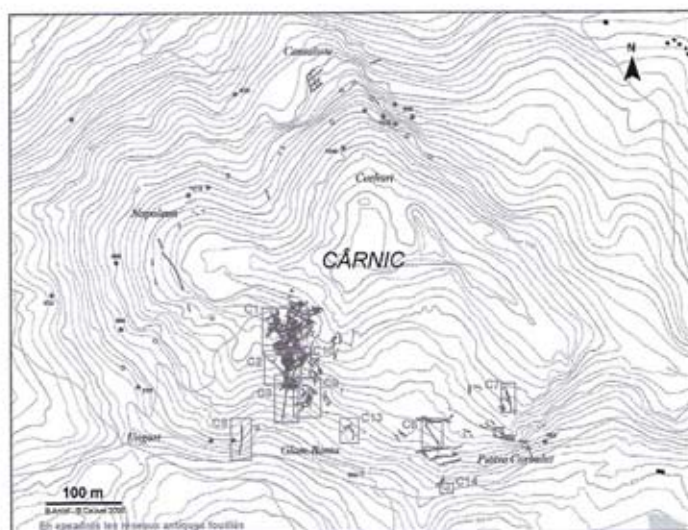


Fig.2 : Localisation des travaux miniers antiques fouillés dans le versant sud du massif de Cărnic.

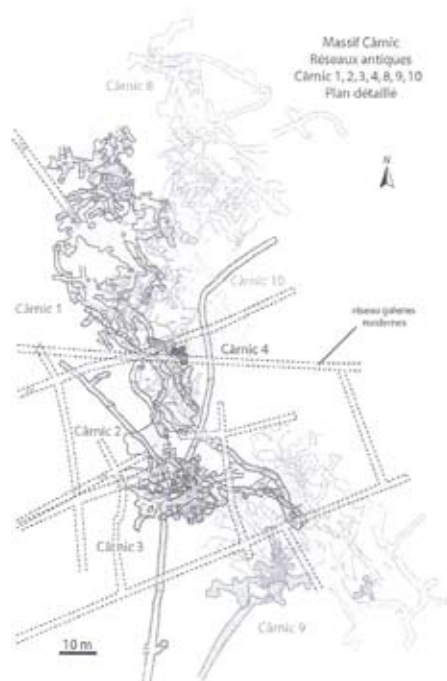


Fig.3 : Vue en plan du grand ensemble de travaux romains regroupés en sept secteurs sous les appellations de Cârnic 1, 2, 3, 4, 8, 9 et 10. Les zones colorées ont été fouillées.



Fig.4 : Brancard romain en bois trouvé dans le réseau de Tarina 3 au nord-ouest du site.



Fig.5 : La galerie G23 à la sole traversée par un canal d'exhaure dans Cârnic 1.

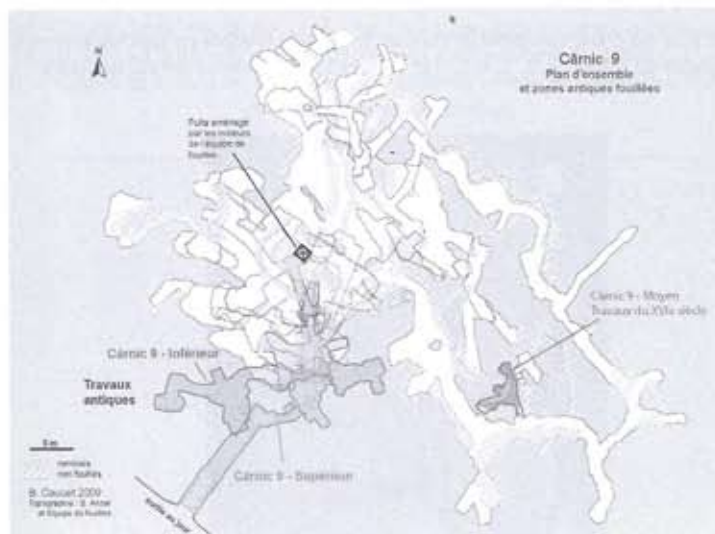


Fig.6 : Le réseau Cârnic 9 vu en plan avec l'emplacement des deux secteurs antiques étudiés du côté sud-ouest, Cârnic9-Supérieur et Cârnic9-Inférieur. L'accès à cet ensemble de travaux souterrains se fait par la galerie G1 de Cârnic9-Supérieur. Les travaux appelés Cârnic9-Moyen, situés côté sud-est, correspondent à un petit ensemble daté du XVIe siècle.



Fig.7 : Les ouvrages miniers romains de Cărnic9-Supérieur vus en plan.

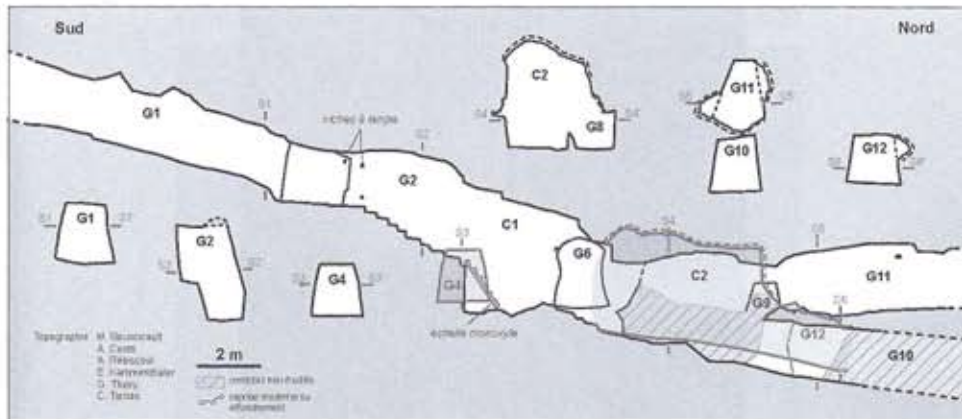


Fig.8 : Coupe longitudinale dans les travaux de Cărnic9-Supérieur et différentes sections levées dans les chantiers.



Fig.13 : La chambre à piliers C21 avec à l'arrière plan, côté gauche la galerie G23 et côté droit le chantier D21 et la galerie G27 en cours de fouille dans Cârnic9-Inférieur.



Fig.14 : Front de taille de la galerie G36 marqué d'un prélèvement de roche de section quadrangulaire (rainurage pour échantillonnage) dans Cârnic9-Inférieur.



Fig.15 : Plan d'ensemble des travaux antiques de Carnic 10 et position des coupes et sections levées.



Fig.16 : Vue intérieure dans Carnic10-Inférieur au niveau des galeries G30 et G33 avec séries de galeries étagées visibles en section.

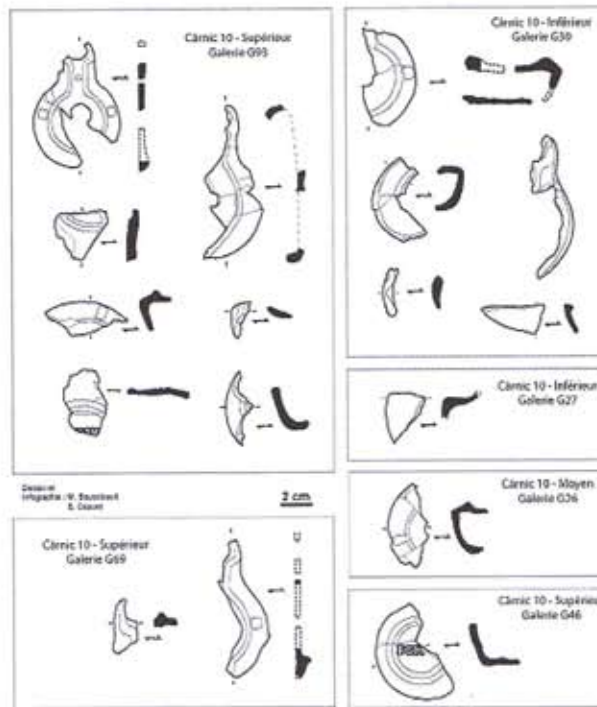


Fig.17 : Ensemble des fragments de lampes romaines trouvées dans le réseau Cârnic 10 (pour localisation, se reporter fig.15).

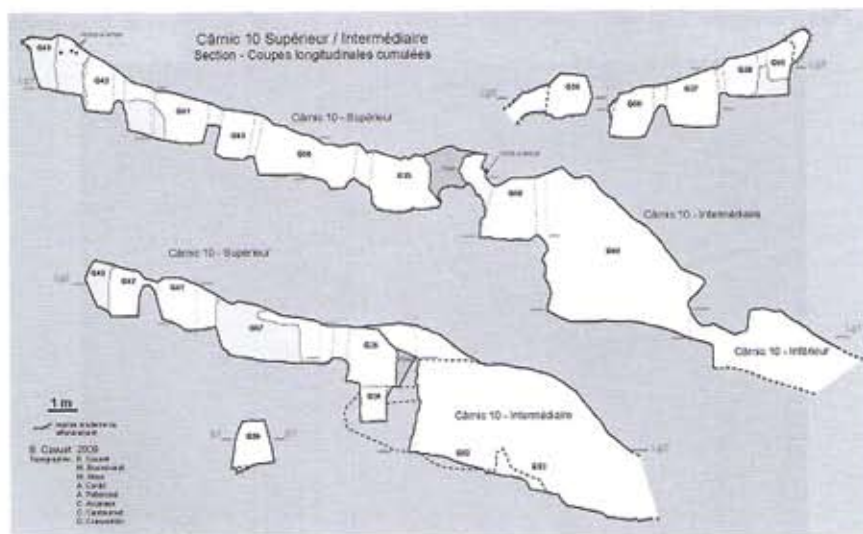


Fig.18 : Coupes longitudinales cumulées et section levées dans Cârnic10-Supérieur et Cârnic10-Intermédiaire.



Fig.19 : Vue intérieure dans Cârnic10-Supérieur au niveau des galeries G37 et G60.

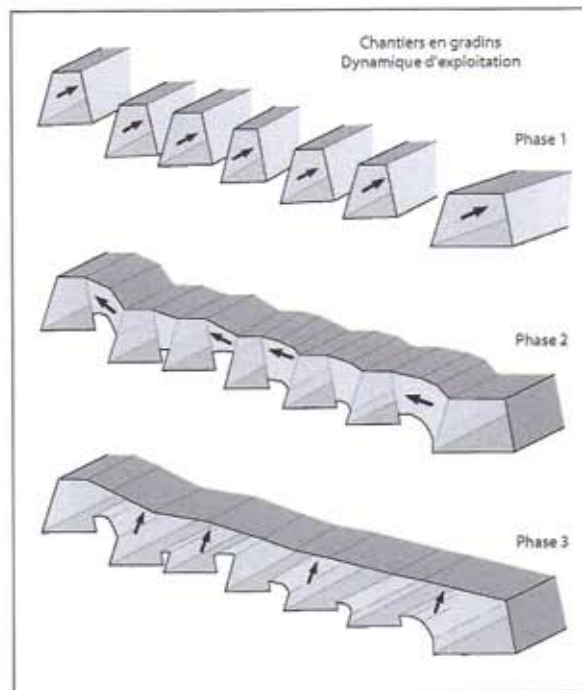


Fig.20 : Schéma du sens d'avancement et d'abattage dans Cârnic 10 qui caractérise la dynamique d'exploitation en galeries trapézoïdales, ouvertes en gradins, les unes au-dessus des autres.



Fig.21 : Paru Carpeni. La chambre C1 avec ses boisages effondrés sur la roue après un premier nettoyage qui n'a pas déplacé les pièces de bois. On remarque en haut et à droite la galerie supérieure G1 vers laquelle l'eau était remontée et l'échelle monoxyle encore en place qui permettait d'accéder à cette galerie.

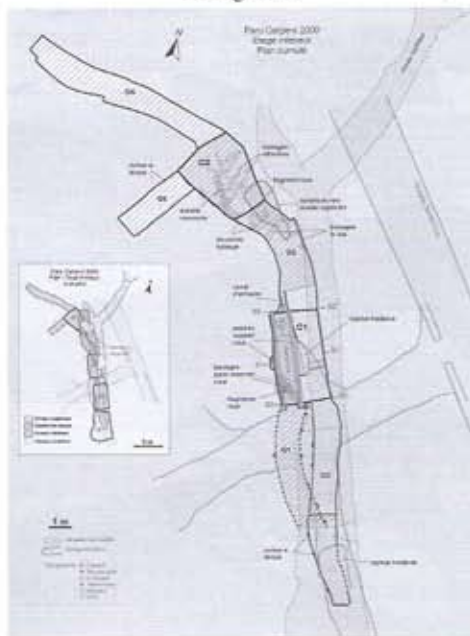


Fig.22 : Plan de l'étage inférieur des chambres d'exhaure C1 et C2 et des galeries adjacentes qui y sont reliées dans Paru Carpeni. Position des sections levées dans C1.

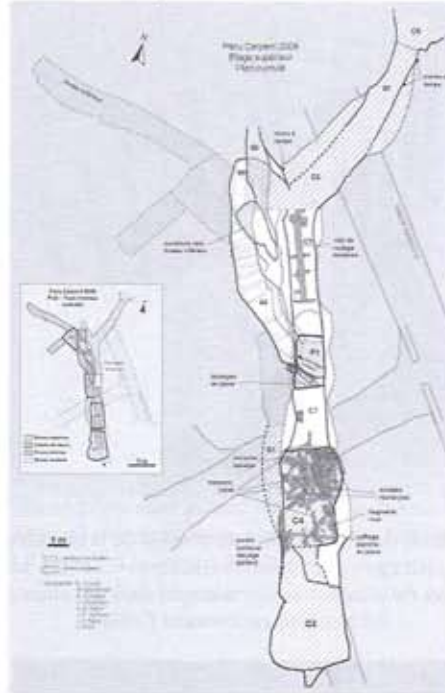


Fig.23 : Plan de l'étage supérieur de Paru Carpeni avec les chambres d'exhaure C3 et C4, le puits P1, la galerie montante avec marches G5 et les passages fortement repris par les Modernes (ou partiellement effondrés) C7, C5, C6. Cet étage donne côté nord dans deux galeries G8 et G7, cette dernière aboutissant dans la chambre C8.

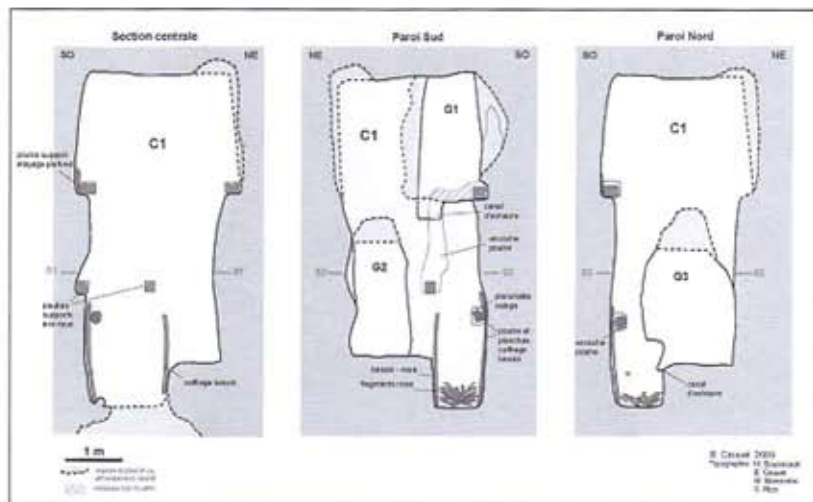


Fig.24 : La section centrale et les parois sud et nord de la chambre C1 dans Paru Carpeni avec localisation des boisages et des fragments de la roue antiques retrouvés en place.

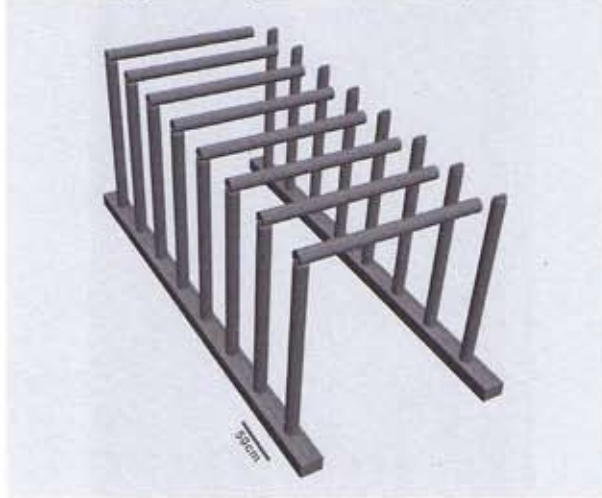


Fig.25 : Restitution du système de boisage placé au plafond de la chambre d'exhaure C1 dans Paru Carpeni. Ce dispositif apparaît également dans les chambres C3 et C4. La chambre C2 présente un dispositif plus simple avec des étais calés transversalement dans des encoches. Seule la chambre C1 a été à ce jour entièrement fouillée.



Fig.26 : Paru Carpeni. Les pièces de la roue hydraulique de la chambre C1 en cours de dégagement dans le fond du bassin. On notera le coffrage en planches du bassin encore en place contre les parois.



Fig.27 : Paru Carpeni. Fouille en cours dans le fond du bassin de la chambre C1 avec dégagement des pièces de la roue brisée. Il s'agit des côtés des augets dont les pièces qui portent les ouvertures en quart de cercle.

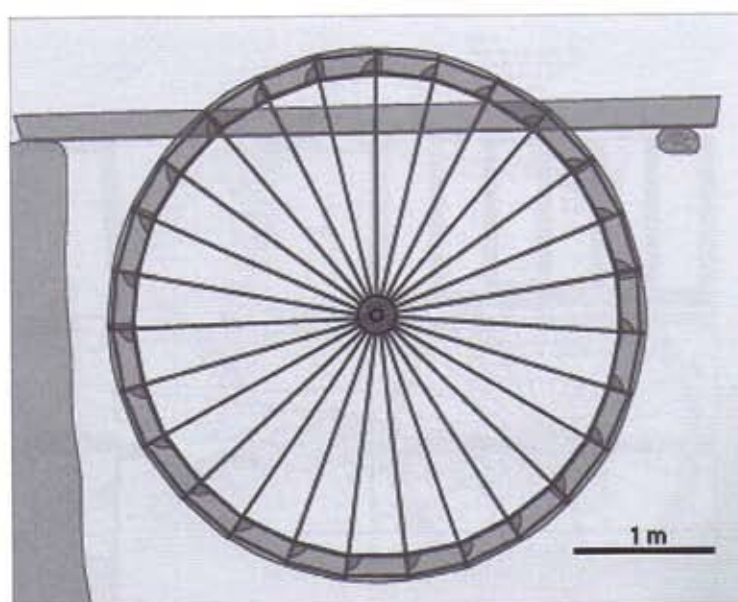


Fig.28 : Restitution de la roue faite à partir des éléments éclatés, retrouvés dans la chambre C1 à Paru Carpeni. Possible position du canal d'exhaure en bois, placé le long de la partie supérieure de la roue.

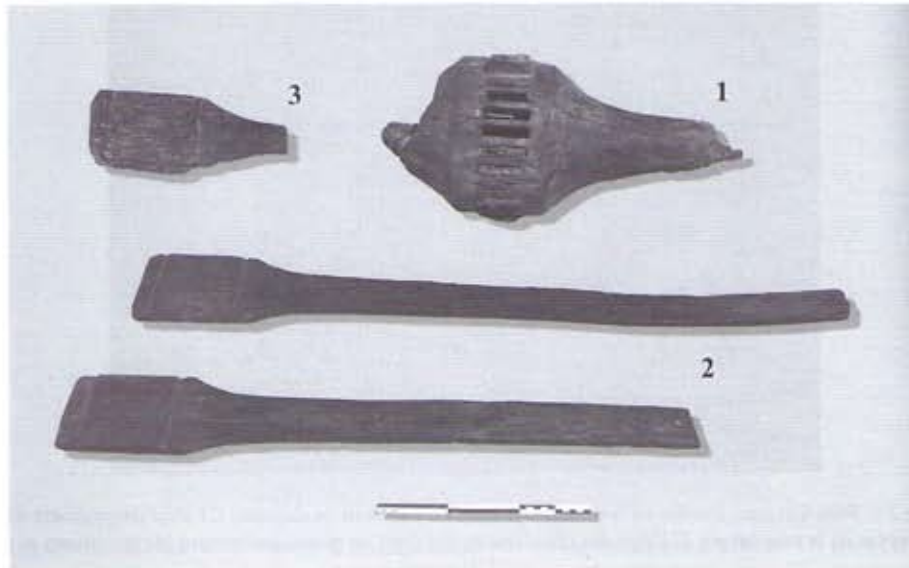


Fig.29 : Axe (1) et deux pales (2) d'une roue hydraulique trouvés au XIXe siècle à Rosia Montana et conservés au musée archéologique d'Alba Iulia. L'extrémité de pale (3) vient des fouilles de la chambre C1 de Paru Carpeni. On notera la ressemblance des pièces.

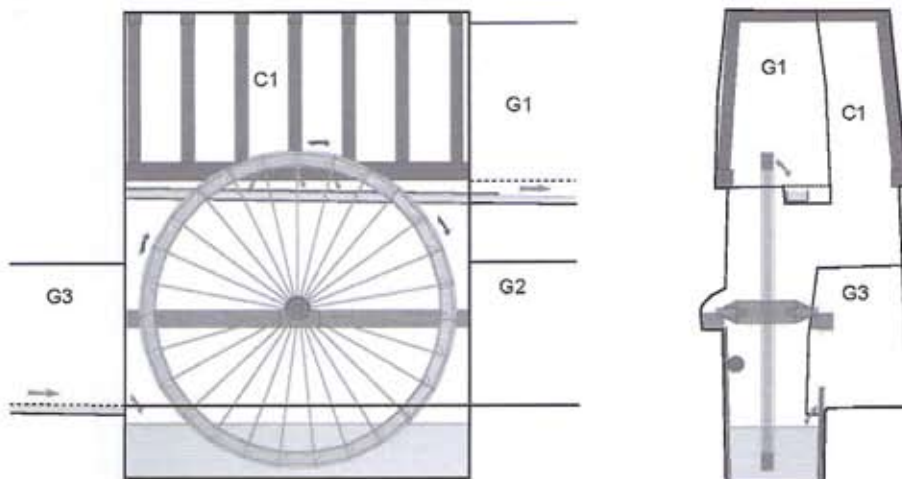


Fig.30 : Restitution de la roue et du boisage du plafond de la chambre C1 dans Paru Carpeni, vue en section et en coupe longitudinale.

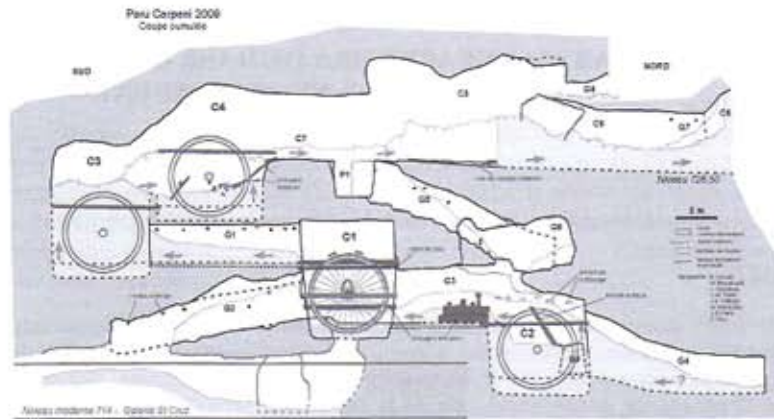


Fig.31 : Coupe générale cumulée des quatre chambres avec roues hydrauliques étudiées dans Paru Carpeni. Etat d'avancement des fouilles en octobre 2007.

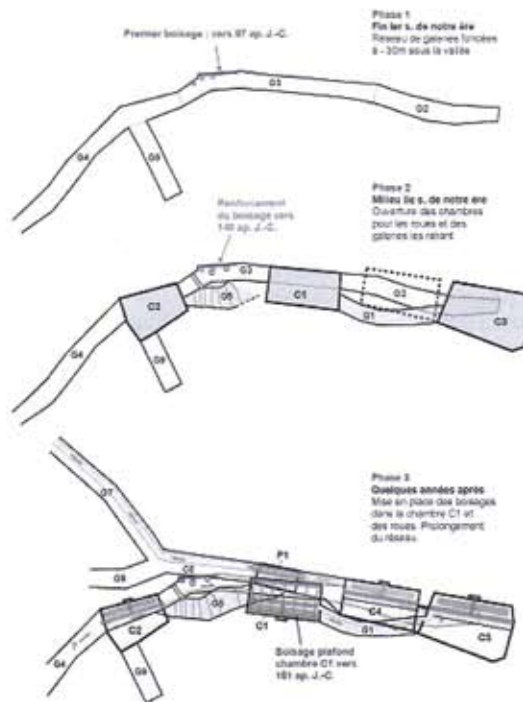


Fig.32 : Compte tenu des différentes datations dendrochronologiques obtenues sur les boisages retrouvés in situ dans le réseau inférieur de Paru Carpeni et du plan particulier des travaux, proposition d'un évènementiel en trois phases de l'ouverture des travaux, passant d'un réseau minier classique à l'installation d'un système d'exhaure en chambres et roues hydrauliques un demi siècle plus tard.