HAL open science

Recherches sur les exploitations minières anciennes du Morvan

Călin Gabriel Tămaş, Béatrice Cauuet, Jean-Paul Guillaumet, Christophe Petit

To cite this version:

Călin Gabriel Tămaş, Béatrice Cauuet, Jean-Paul Guillaumet, Christophe Petit. Recherches sur les exploitations minières anciennes du Morvan. Rapport annuel d'activité 2004 du Centre archéologique européen du Mont Beuvray, pp.349-356, 2004. hal-03323657

HAL Id: hal-03323657

https://hal.science/hal-03323657v1

Submitted on 13 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

BIBRACTE

RAPPORT ANNUEL D'ACTIVITÉ 2004

BIBRACTE

Centre archéologique européen

Rapport annuel d'activité 2004

Glux-en-Glenne 2004

BIBRACTE

Société anonyme d'économie mixte nationale
F - 58370 GLUX-EN-GLENNE

Couverture: travaux de mise en valeur de la *domus* PC 1 et de ses abords immédiats en coopération avec l'association Tremplin (photo Tremplin).

Premier élément date et référence bibliographique
BIBRACTE, Centre archéologique européen, rapport annuel d'activité 2004.
Glux-en-Glenne: BIBRACTE, Centre archéologique européen, 2004.

Coordination
Vincent Guichard

Suivi éditorial
Pascal Paris

Mise en page
Daniel Beucher, Myriam Giudicelli

Traitement graphique
Daniel Beucher

Crédit iconographique
Sauf mention contraire, les photos sont d'Antoine Maillier (BIBRACTE), les relevés et les dessins d'objets sont dûs aux équipes de recherche, les mises au net des plans et des dessins sont de Daniel Beucher (BIBRACTE), les relevés cartographiques sont de Fabrice Laudrin (BIBRACTE).

Diffusion/distribution
BIBRACTE.Centre archéologique européen.
F. 58370 Glux-en-Glenne – e-mail: edition@bibracte.fr
Tél.: (33) 3 86 78 69 00 – Télécopie: (33) 3 86 78 65 70

Copyright 2004 : Bibracte

ISBN: 2-909668-42-8

Ce rapport est un document administratif destiné à rendre compte des travaux effectués au cours de l'année 2004 dans le cadre du Centre archéologique européen du Mont Beuvray. Sa diffusion est restreinte aux différentes administrations de tutelle du Centre ainsi qu'à ses collaborateurs.

Les comptes rendus à caractère scientifique qui y sont consignés sont provisoires; ils ne sauraient être considérés comme de véritables publications.

SOMMAIRE

Première partie: bilan des activités de BIBRACTE 7

1 Introduction 9

2 Résumé des acquis scientifiques de la campagne 2004 (V. GUICHARD, P. PARIS) 11

3 La gestion des ressources documentaires 19
3.1 Le centre de documentation (R. MOREAU) 19
3.2 La "base de données Beuvray" (A. CHAILLOU, R. MOREAU) 20
3.3 La photothèque (V. GUICHARD, P. PARIS, A. CHAILLOU) 22
3.4 Conservation et traitement du mobilier archéologique (P. PARIS) 23

4 Les actions de formation (P. PARIS, A. FLOUEST, V. GUICHARD) 25
4.1 Vue d'ensemble 25
4.2 Table ronde 25
4.3 Stages de formation et séminaires accueillis à Bibracte 27
4.4 Mémoires universitaires 30

5 Les relations européennes (V. GUICHARD) 31
5.1 Programme Leonardo Da Vinci. Archaeological field skills : training the trainers 31
5.2 Les premières villes européennes au nord des Alpes 32
5.3 Jumelage Glux-en-Glenne – Monterenzio (Italie) 32

6 Recherches extérieures soutenues par BIBRACTE 35
6.1 Troisième programme de recherches ethno-comparatistes au Népal (Th. LUGINBÜHL, S. FREUDIGER) 35
6.2 Recherches archéologiques franco-hongroises en Hongrie (J.-P. GUILLAUMET, M. SZABÓ) 61

7 Diffusion de la recherche (M. GIUDICELLI) 67
7.1 Les éditions 67
7.2 Conférences, communications à des colloques scientifiques, publications scientifiques et grand public 69

8 La gestion et l'aménagement du Mont Beuvray (J. GORLIER) 70
– Le plan de développement du site 70
– Travaux effectués en 2004 sur le Mont Beuvray 71
– Renouvellement de matériel 72

9 Les actions de développement culturel et des publics (F. PAQUELOT) 73
– Le musée 73
– Les activités éducatives 78
– Le renforcement des partenariats et actions touristiques 79
– Les actions presse 81

Deuxième partie: recherches sur le Mont Beuvray
Rapports d'activité des équipes de recherche associées 85

1 Les fortifications avancées de la Porte du Rebout. Les rempart «Les Barlots» (O.-H. URBAN) 87

2 Étude de l'urbanisme sur la Pâture du Couvent 99
2.1 Exploration de la parcelle centrale de l'îlot dit "des Grandes Forges" (M. SZABÓ) 102
2.2 Fouille à l'angle nord-ouest du bâtiment dit "îlot des Grandes Forges" (S. RIECKHOFF, F. FLEISCHER) 121

3 La *domus* PC 1 133
3.1 Fouille de la domus PC 1 (N. ROBINE) 134
3.2 Fouille de la cave [6940] (J. SIMON) 143
3.3 Suivi des travaux et de mise en valeur (P. PARIS) 155

4 Fouilles entre le Champlain et la Côme Chaudron (J.-P. GUILLAUMET) 161
4.1 Fouille du secteur du Champlain (L. DHENNEQUIN) 164
4.2 Fouille dans la Côme Chaudron, partie amont (J.-P. GUILLAUMET) 171
4.3 Étude technique des structures architecturales dans la Côme Chaudron, partie amont et essais de restitution (C. LEFÈVRE) 189
4.4 Fouille dans la Côme Chaudron, partie aval (P. JUD) 201

5 Recherches dans les secteurs du Theurot de la Wivre (T. LUGINBÜHL) 227

6 Recherches et sondages au Parc aux Chevaux. L'enclos PC 14 (D. VITALI) 251

7 Les recherches thématiques 283
7.1 Analyse des mortiers (A. COUTELAS) 284
7.2 L'étude des quartiers de colonne de Bibracte (C. LEFÈVRE) 291
7.3 Caractérisation de quelques ensembles céramique du Parc aux Chevaux (F. CARRARD) 297
7.4 Programme Géotopocart, géodésie, topographie et cartographie du Mont Beuvray (F. SCHUBERT) 323

Troisième partie: Recherches hors Beuvray et environnementales 327

1 Sondage sur une nouvelle voie forestière sur le flanc nord-ouest du Mont Beuvray (P. PARIS) 330
2 Prospection autour des sources de l'Yonne (D. DEMEY) 335
3 Recherches sur les tourbières du Morvan (C. PETIT, I. JOUFFROY-BAPICOT, H. RICHARD) 337
4 Recherches sur les exploitations minières anciennes du Morvan (C. TAMAS, B. CAUUET, J.-P. GUILLAUMET, C. PETIT) 340

4. RECHERCHES SUR LES EXPLOITATIONS MINIÈRES ANCIENNES DU MORVAN

Ces dernières années et depuis la découverte d'importants ateliers de forgerons et de bronziers, tant sur le site de Bibracte que dans la ville romaine d'Autun (Augustodunum), s'est posée la question de la provenance des métaux travaillés dans la cité des Éduens. La présence de nombreux petits gîtes ferrifères exploités à l'époque antique dans le nord et l'est de cette cité est une certitude depuis une trentaine d'années et les recherches menées par l'équipe de Michel Mangin. En revanche, la question de la provenance des métaux non ferreux utilisés dans cet artisanat et notamment des métaux (Cu, Sn, Pb, Zn) entrant dans les alliages à base cuivreuse restait entière. Or, depuis une quinzaine d'années et les résultats obtenus par Béatrice Cauuet sur les mines d'or celtiques du Limousin, les chercheurs se sont familiarisés avec ce type de mines en roche, travaillées à ciel ouvert sur filons affleurants, puis approfondies en chantiers souterrains (Cauuet 1999 ; 2004).

Le massif du Morvan présente le même faciès géologique que le Limousin, à savoir des terrains anciens du Primaire (socle hercynien), fortement fracturés où dominent des gisements filoniens insérés dans les granites et les roches métamorphiques. Par ailleurs, les prospecteurs travaillant avec Jean-Paul Guillaumet avaient, au cours de leurs recherches, croisé de nombreux sites énigmatiques qui apparaissaient comme des tranchées ourlées de déblais et fossilisées dans le paysage boisé du Morvan, depuis fort longtemps (Guillaumet 2001). Après plusieurs visites sur quelques-uns de ces sites, interprétés avec de très forte probabilité par B. Cauuet comme d'anciennes mines, il a été décidé de lancer, en 2003-2004, une première année de programme de recherches sur les mines non ferreuses du Morvan. Dans cette perspective, une équipe de spécialistes des mines, à savoir un géologue-gîtologue, Cálin Támas (de l'université Babes Bolyai de Cluj-Napoca, en Roumanie) et un archéologue minier, Béatrice Cauuet, s'est constituée en relation avec un programme déjà en cours sur l'impact des métallurgies anciennes sur le paysage du Morvan, animé par Jean-Paul Guillaumet, archéologue, spécialiste des artisanats du métal et comprenant dans cette équipe Isabelle Jouffroy-Bapicot, palynologue, Christophe Petit, géomorphologue et Francis Monna, géochimiste (Petit *et al.* 2003 ; Monna *et al.* 2004 ; Támas *et al.* 2004). Cette équipe travaille depuis quelques années sur l'impact paléo-environnemental laissé par d'anciennes métallurgies tant sur le couvert végétal (régression de la forêt observée par la palynologie) que dans les pollutions au plomb mesurables dans les dépôts tourbeux de la région (analyses géochimiques de carottes de tourbières).

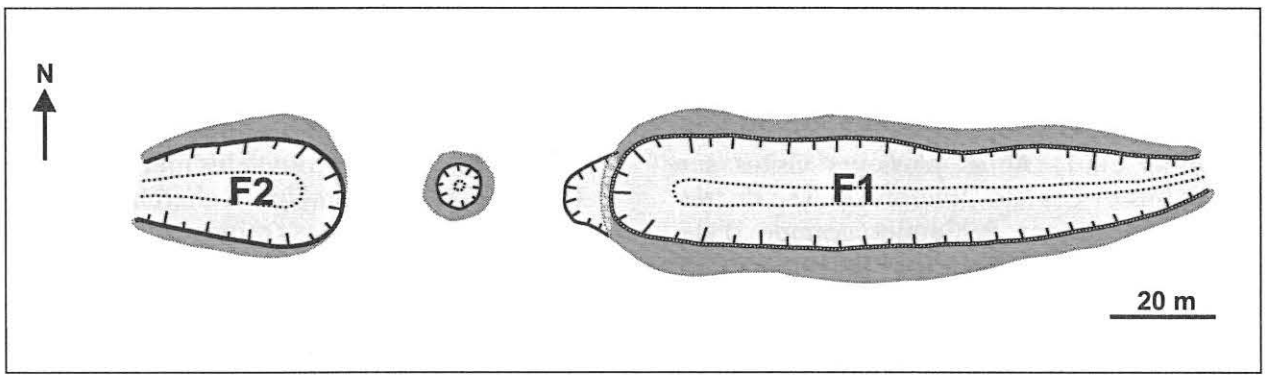
Le travail entrepris par l'équipe de C. Támas et B. Cauuet avait pour objectif un inventaire des mines anciennes appuyé sur des prospections systématiques de zones à anomalies topographiques et de zones minéralisées identifiées grâce aux archives consultées (cartes et dossiers BRGM, publications géologiques et minéralogiques, archives DRIRE). La spécialité de C. Támas lui permettait de faire une étude géologique et gîtologique des zones étudiées, de rechercher des minéralisations accessibles et de faire des prélèvements de roches ou de sols pour analyses. En effet, si des sites miniers potentiels avaient été repérés en Morvan, il fallait avancer dans la recherche et s'efforcer de caractériser les différentes minéralisations exploitées par les Anciens pour trouver les métaux produits et identifier les gisements recherchés, à savoir des gisements primaires (mines en roche) et/ou secondaires (mines en alluvions ou en dépôts colluviaux). Pour permettre à C. Támas d'avancer de manière substantielle les recherches, une bourse post-doctorale d'une année a été demandée et obtenue auprès de la Région Bourgogne. C'est le bilan de cette année de recherche qui est résumé ici (ill. 1).

LES MOYENS DE LA RECHERCHE

C. Támas a effectué de très nombreuses journées de prospection sur le terrain qui lui ont permis de retrouver les sites à anomalies topographiques signalés soit par d'autres prospecteurs, soit dans des travaux de recherches ou des publications antérieures. Aidé de B. Cauuet, les sites ont été triés et ceux identifiés comme des sites miniers enregistrés comme tels dans l'inventaire. La plupart des sites miniers visités ont fait l'objet de prises d'échantillons de roche en gisement primaire et en gisement secondaire, des batées ont été effectuées et les fonds de batée conservés pour analyses. Les échantillons de roche ou de concentrés de sédiments ont été confiés à plusieurs laboratoires partenaires qui nous ont également ouvert leurs bases de données et leur documentation.

La compagnie minière roumano-canadienne RMGold Corporation de Rosia Montana (Roumanie), nous a fait gratuitement 32 analyses de teneurs (Au, Ag, Cu, Pb, Zn). Le BRGM d'Orléans nous a permis l'accès et l'utilisation d'une base de données (GéoRef) sur les ressources minérales du Morvan (Côte d'Or, Nièvre, Saône-et-Loire et Yonne), d'archives non publiées, de cartes géologiques ainsi que des facilités analytiques : microscope chalcographique, MEB. L'université de Bourgogne (Dijon), avec le concours de C. Petit, nous a permis de faire 36 lames minces et 33 lames polies nécessaires à l'étude minéralogique microscopique. L'entreprise *Antellis* (Toulouse) nous a fait des analyses élémentaires pour l'étain (ICP-MS) sur deux échantillons provenant des alentours d'Autun (concentré de batée et scories), analyses financées par l'équipe UTAH de Toulouse. BIBRACTE, centre archéologique européen, a fourni toute la logistique, des moyens matériels (un véhicule notamment) et financiers (frais de mission de B. Cauuet) et surtout un soutien et un appui sans faille à cette recherche, que toute l'équipe soit ici chaleureusement remerciée.

La consultation de la bibliographie existante sur le Morvan a permis de rassembler une documentation qui a guidé certaines recherches (Gourault 1982 ; 1999). Ainsi, Marlot (1914) a fait deux remarques sur la présence de mines anciennes. Il a considéré que les premiers travaux d'exploitation du gisement de mispickel aurifère du Haut Folin, mis en évidence en 1894 et en exploitation dans la période 1904-1913 (Marlot 1914 ; Delfour *et al.* 1995), ont succédé "à ceux des Gaulois ou des Romains". Dans une série de rapports d'*Histoire et Nature de l'Autunois* (Niaux 1996 à 1999), on trouve des informations concernant différentes anomalies dans le paysage du massif du Morvan, sous forme de grandes tranchées. Parmi les sites les plus représentatifs, on note : Canal du Touron (commune d'Arleuf) ; Tranchée de la Loutière (Ouroux-en-Morvan) ; "Es Fossés" (Champlan) ; Champs de Moutelles/ Champs des Gaulois (Moux) ; Tranchée des Mittets (entre Glux et Fachin) ; Crot Pitois (Brion) ; Camp de Bagnards ou Tranchés des Russes.



2. Bibracte-Mont Beuvray. Plan des mines à ciel ouvert de La Loutière (Ouroux-en-Morvan).

La Loutière (Ouroux-en-Morvan)

Le site constitué par un alignement de fosses cernées par des monticules de déblais se trouve localisé au nord de la zone délimitée pour l'étude. Situé au sein du Parc Naturel Régional du Morvan (PNRM), ce site énigmatique pour certains a été interprété tour à tour comme un site défensif gaulois, un aménagement anthropique non expliqué, ou encore, comme une tranchée creusée pour piéger les loups lors de battues. Pour un archéologue minier, cet ensemble s'apparente par sa topographie caractéristique à une mine travaillée à ciel ouvert et sans doute prolongée en profondeur par des chantiers souterrains. Les monticules qui bordent les fosses correspondent manifestement aux haldes générées par l'activité minière (ill. 2).

L'accès au site de la Loutière se fait par la D 505 au nord de Planchez. À la sortie du hameau Poirot-Dessous, il faut prendre à l'ouest une piste forestière sur environ 1 km, arrivé à un col, on trouve les fosses positionnées au point le plus bas entre deux hauteurs. Le site comprend deux grandes tranchées et deux fosses circulaires, dont une accolée à la première tranchée. Les excavations sont alignées selon un axe est-ouest et parfaitement intégrées dans le couvert forestier ce qui atteste de leur grande ancienneté (ill. 3). La première grande tranchée a les dimensions les plus développées (L : 120 m ; l : 2 m ; p : 12 m). Les déblais qui la bordent atteignent 2,50 m de haut et 5 m de largeur et sont plus volumineux côté sud. Près de cette tranchée, se trouve une première petite fosse elliptique (d : 6 m ; p : 1,50 m) partiellement cernée de déblais. La deuxième fosse circulaire se rencontre à mi-distance entre les deux tranchées. Elle est plus marquée dans le paysage que la première fosse (d : 8 m ; p : 2 m) et les déblais qui l'entourent atteignent 1 m de largeur et de hauteur. À l'ouest du site, la deuxième tranchée est moins développée que la première (L : 40 m ; l : 20 m ; p : 8 m) et les déblais qui la cernent sont plus hauts côté nord.

Cet ensemble d'excavations présente des profondeurs visibles non négligeables alors que les profondeurs réelles doivent être bien supérieures, les fosses ayant été partiellement comblées par le glissement des haldes au cours du temps. Des poches d'eaux stagnantes en fond de fosses indiquent que le niveau de la nappe phréatique a été atteint. C'est un indice intéressant pour la présence possible de boisages miniers bien conservés en milieu saturé d'eau dans les profondeurs comblées des fosses. Il faut s'attendre à rencontrer des ouvrages souterrains développés à partir des fronts de taille à ciel ouvert comme dans les mines du Limousin (Cauuet 1999). De plus le niveau assez haut de la nappe phréatique indique également que l'exhaure a dû s'avérer nécessaire, menée soit par des canaux ouverts depuis les excavations, soit par des galeries creusées en travers-banc si les travaux ont atteint des profondeurs suffisantes.

Les observations géologiques sont restées assez réduites. Sur le chemin d'accès, affleure une variété de roche holocristalline, sub-porphyrique, un granite à micro-granite rosé qui correspond sans doute à la granophyre en bloc identifiée dans la région. Dans la première tranchée, un seul bloc de roche a été trouvé. Il s'agit d'une variété extrusive de type rhyolite de Montreuillon. Dans le ravin creusé au fond de la deuxième tranchée vers la sortie ouest, ainsi que dans les chablis retrouvés dans la mine, on rencontre des morceaux centimétriques de roche du même type. Par manque de temps, l'étude microscopique n'a pas pu être aboutie. Compte tenu du contexte général du site de la Loutière, seule la suite des recherches géologiques, mais surtout des fouilles archéologiques pourront apporter des réponses aux questions qui restent posées. En effet, les fouilles permettront de retrouver les fronts de taille anciens et d'identifier à coup sûr la minéralisation. Enfin, les autres questions soulevées comme, la période d'activité, le type de métal exploité, la présence de travaux miniers souterrains ou encore l'emplacement dans le voisinage d'ateliers de traitement du minerai, voire de zones d'habitat pourront alors trouver des réponses. En effet, des sites d'extraction de ce type ne sont que la partie visible d'un grand ensemble d'activités associées, encore masquées dans le sol environnant et que seule une fouille systématique peut révéler.

Le canal du Touron (Arleuf)

Sur la commune d'Arleuf, les prospections ont été menées en deux points, sur le Canal du Touron et près du village de Fosse. Le Canal du Touron est un des plus fameux sites énigmatiques du massif du Morvan. Il s'agit d'une grande tranchée de plus de 500 m longueur, portée sur la carte topographique au 1/50 000. Elle est située sur la ligne de

3. Bibracte-Mont beuvray. Vue vers l'intérieur de la fosse F1 au site de La Loutière (Ouroux-en-Morvan)

4. Bibracte-Mont Beuvray. Intérieur de l'excavation dite du Canal du Touron (Arleuf).

partage des eaux, entre les bassins de la Loire et de la Seine. L'intérieur a été aménagé avec des murets pour constituer deux bassins permettant de stocker les arbres abattus pour la flottation des bois de chauffe acheminés par voie fluviale vers Paris. Anciennement, cette longue tranchée était considérée comme un ouvrage hydraulique datant des Romains et creusé là pour rendre l'Arroux navigable jusqu'à Autun. Le Canal du Touron est situé à environ 2 km au nord-est d'Arleuf. En sortant d'Arleuf vers Autun par la D 978, l'accès au site est possible par la D 177. En suivant cette route, on arrive à un grand virage depuis lequel on peut voit l'excavation en hiver quand la vue est dégagée sans végétation. La tranchée se superpose à l'axe d'une faille orientée nord-ouest/sud-est et connue sous le nom de la faille du Chatin. Cette faille a une importance métallogénique, car sur son tracé se rencontrent plusieurs indices de minéralisations diverses.

Le Canal du Touron se trouve entièrement sous bois sauf la partie profonde très humide et de ce fait peu favorable à la forêt. Il apparaît dans le paysage sous la forme d'une longue tranchée bordée de tas de déblais (l : 10 m ; h : 1,50 à 2,50 m), plus volumineux côté sud-ouest (ill. 4). Cette excavation présente de grandes dimensions (L : plus de 500 m ; l : entre 20 et 25 m ; p : environ 8 m). L'excavation et ses haldes sont bien intégrées dans le paysage et toutes les ruptures de pentes sont maintenant adoucies par la couche de sol végétal et la végétation. Une première digue aménagée en travers de la tranchée a été construite avec des blocs de quartz, grossièrement quadrangulaires qui paraissent avoir été récupérés des haldes en partie recoupées sur environ 250 m². Cet ouvrage apparaît nettement comme un aménagement récent, sans lien direct avec le creusement initial de l'excavation. La deuxième digue se trouve à l'extrémité nord-ouest de la tranchée qu'elle a complètement fermée. De toute évidence, pendant l'époque florissante du flottage du bois, cette excavation très ancienne a été réaménagée et utilisée comme réserve d'eau. Les deux digues ont servi à créer des bassins d'eau pour le stockage des arbres coupés.

Les observations géologiques ont montré l'abondance du quartz tant dans le canal qu'alentour. Il s'agit de fragments de quartz blanchâtre, rougeâtre, grisâtre, soit rubané, soit massif ou encore bréchique, parfois présentant des cavités (géodes). Un échantillonnage a été fait dans la digue sud-est. Les analyses de trois échantillons ont montré des teneurs qui ne dépassent pas 0,02 ppm Au et 45 ppm Pb. Mais, il ne faut pas oublier que s'il s'agit bien d'une mine à ciel ouvert, les roches considérées provenant de haldes rejetées hors de l'excavation sont donc a priori stériles. Les paramètres gîtologiques du Canal du Touron sont très semblables à ceux du filon Gautron du gisement Grandry, situé plus au nord, le long de la faille du Chatin. Ces deux contextes géologiques sont très proches et présentent un même potentiel métallogénique à or, voire à plomb argentifère. Comme à La Loutière, le site présente toutes les caractéristiques d'un ancien site minier ouvert à ciel ouvert sur un puissant filon de quartz minéralisé. Ce qui impressionne ici se sont les dimensions imposantes de l'ouvrage qui laisse songeur quant à la taille de l'excavation minière. Là encore, seule une fouille archéologique approfondie permettra d'en savoir plus.

Fosse (Arleuf)

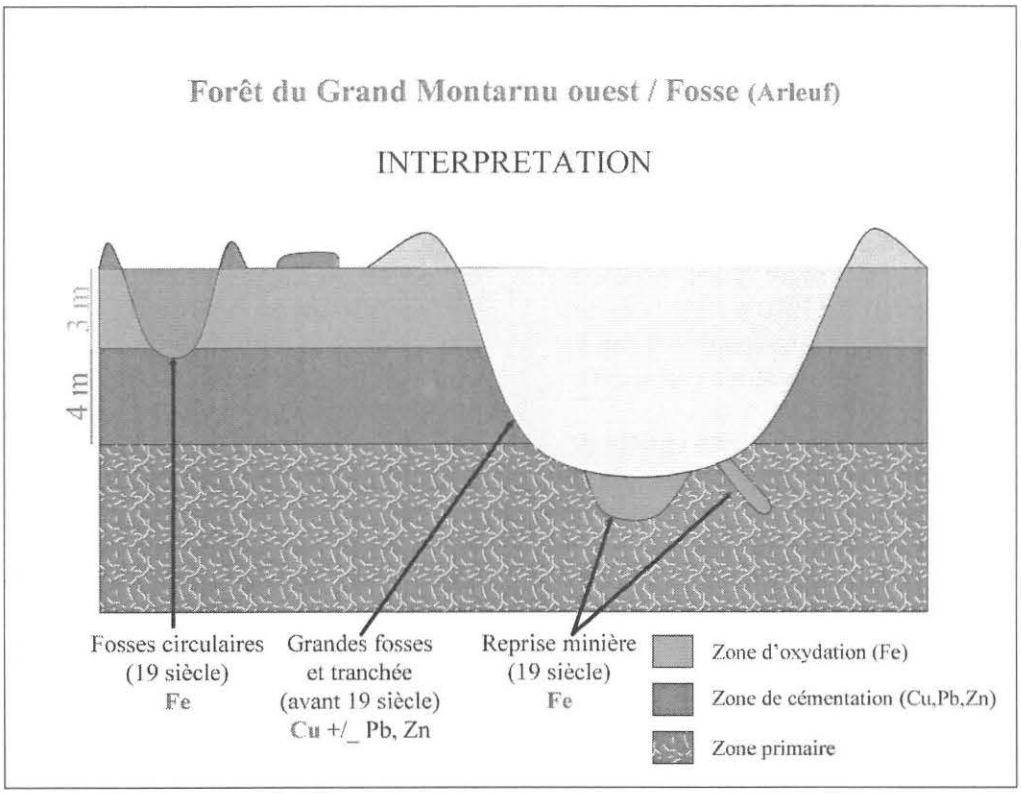
Ce deuxième site se situe à 750 m au sud du hameau de Fosse (toponyme évocateur), dans la forêt du Grand Montarnu. La zone prospectée est traversée dans son extrémité ouest par la D 500. Le périmètre de Fosse fait partie d'une ceinture d'environ 3 km de longueur, riche en indices de minéralisations. Il s'agit des champs minéralisés du Châtelet-Champs de Blonds (pyrite, Pb, Zn, Cu), des Blandins (Fe, Cu, Pb, Zn), de la Forêt de Glux (pyrite, Zn, Pb), de Fosse (pyrite, Pb, Zn) et du Haut Forgeot-Les Maçons (Fe, Cu, Pb, Zn). Plus généralement, ce sont des chapeaux de fer développés au-dessus de filons de quartz pyriteux. Les zones riches en fer ont une taille très réduite et ont été exploitées au XIXe siècle (1840-1850) pour alimenter les forges du Creusot et d'Imphy (Delfour *et al.* 1995). La production a été estimée à quelques milliers de tonnes de fer. L'arrêt assez rapide de l'activité a été dû à la faible puissance des zones riches en fer. Un siècle après, en 1960, le BRGM a mené une campagne de sondages (Boisson 2003). L'échantillonnage des haldes et des restes du filon a donné les teneurs suivantes : 200 – 4 200 g/t Pb, 1 400 – 5 000 g/t Zn et 1 000 – 16 000 g/t Cu. Une deuxième campagne de sondages du BRGM menée en 1972 a fourni des teneurs moins intéressantes : 560 g/t Pb, 182 g/t Zn et 415 g/t Cu.

La prospection menée dans la forêt du Grand Montardu a mis en évidence une trentaine de petites fosses circulaires, une grande tranchée et deux grandes fosses. Les fosses circulaires apparaissent sous forme d'entonnoirs dans une sapinière (d : 5 à 7 m ; p : 2,50 à 3 m) et sont partiellement entourées de tas de déblais, stockés sur les bords (h : 0,50 à 1 m ; l : 2 m). La grande tranchée est orientée nord-nord-ouest/sud-sud-est (L : plus de 80 m ; l : 2 à 5 m ; p : 1,50 à 3,50 m) et ses dimensions sont plus importantes côté sud. L'extrémité nord correspond à l'entrée de la tranchée, l'extrémité sud donne dans une autre excavation. Des haldes bordent cette tranchée (h côté ouest : 1 à 2,50 m ; h côté est : 0,50 à 1,50 m). Le site est complété par deux grandes fosses, F1 et F2. La première, F1, est reliée à la grande tranchée. Elle est formée d'une série de trois fosses ou alvéoles subcirculaires, alignées nord-ouest/sud-est (L : 35 m ; l : 15 m ; p : 7 m). Dans les parties profondes, on observe des surcreusements (peut-être récents ?) de plus de 2 m de profondeur, aujourd'hui noyés. Les haldes liées à F1 (l : 1 à 2,50 m ; h : 1,50 m) ont été accumulées sur les trois-quarts du pourtour de l'excavation en laissant dégagé le bord sud-est. La halde constituée à l'extrémité nord-ouest de F1 a été partiellement et récemment enlevée et un chemin d'accès à la fosse aménagé. À environ 20 m de F1, côté chemin, deux haldes récentes ont été constituées sur environ 100 m² et 0,5 à 2 m de hauteur.

La deuxième grande fosse F2 est située plus au nord et en alignement légèrement décalé par rapport à F1. Cette fosse est elliptique et lobée, présentant une partie large (d : 15 m) et une partie plus petite (d : 8 m), pour une profondeur maximum de 7 m. Des tas de déblais entourent complètement F2 sur 1,50 à 2,50 m de largeur et 1,50 m de hauteur. Côté nord, les haldes ont été recreusées sur toute leur largeur, ainsi que le terrain sous-jacent, pour aménager un passage plus facile entre l'intérieur et l'extérieur de l'excavation. On trouve également dans l'alignement de ce passage une accumulation récente de déblais occupant quelques dizaines de m² à 15 m de la fosse. A l'intérieur de F2, dans la direction du passage creusé, on trouve l'entrée d'une galerie de mine remblayée. Il s'agit d'un petit ouvrage incliné d'environ 3,50 m de longueur, dirigé vers le nord/nord-ouest. Dans la partie de l'entrée accessible, on n'observe pas de traces de trous de fleuret, vestiges d'une ouverture à l'explosif, cependant la roche est altérée et assez friable. On peut envisager un abattage de la roche à l'outil, même s'il s'agit d'un chantier minier récent, une recherche, par exemple, ouverte en exploration au fond d'une fosse plus ancienne.

Des observations géologiques ont été faites sur l'ensemble du périmètre prospecté. Les lithologies principales de la zone (granites, grès et tufs) ont été identifiées à partir d'observations macroscopiques et microscopiques. Sur le terrain, on note plusieurs affleurements et des roches isolées se rencontrent également sous bois. L'examen des haldes ainsi que de la partie profonde des excavations nous a révélé la présence de blocs de quartz, de roches plus ou moins silicifiées et de fragments de minerai de fer secondaire. Dans les roches provenant d'affleurements ont été identifiés à l'échelle microscopique des pyrrhotites, chalcopyrites, bornites et hydroxydes de fer. Les teneurs en Au, Ag, Cu, Pb, Zn de ces roches sont faibles. Le contexte géologique type chapeau de fer est cependant évident vu la présence très abondante d'hydroxydes de fer. Dans ces morceaux de minerai on retrouve parfois du quartz. Ces types d'échantillons ont été récoltés sur les haldes des petites fosses circulaires peu profondes. Au fond de la fosse F1, à 7/8 m de profondeur, affleure un filon de quartz riche en sulfures, peu ou pas altérés. Des analyses faites sur les échantillons prélevés sur affleurements et dans les haldes autour des fosses F1 et F2 il ressort que des teneurs élevées en cuivre et en argent (jusqu'à 2 999 ppm Cu et 68 ppm Ag) et des teneurs moins intéressantes pour le zinc et le plomb (1 370 ppm Zn et 165 ppm Pb). Le contexte géologique du périmètre de Fosse déjà reconnu par les mineurs du XIXe siècle (Delfour *et al.* 1995) apparaît comme celui d'un chapeau de fer se développant sur un filon de quartz pyriteux.

Suite aux observations de terrain, aux résultats d'analyses et aux données bibliographiques, un modèle peut être proposé pour le site de Fosse (ill. 5). Le filon de quartz affleurant, riche en pyrite, de Fosse, s'est altéré de manière classique, du haut vers le bas, selon cette alternance : une zone d'oxydation (enrichissement en fer), une zone de cémentation (enrichissement supergène en cuivre) et une zone primaire pyriteuse non altérée en profondeur. Les petites fosses circulaires, profondes de seulement 3 m, ont intercepté entièrement la zone d'oxydation riche en fer. Le volume de déblais déposé



5. Bibracte-Mont Beuvray. Modélisation des exploitations minières identifiées près de Fosse (Arleuf).

sur les bords est nettement inférieur au volume actuel des excavations, donc une partie du matériel creusé a bien été prélevée dans un contexte d'exploitation. Ce type de travaux correspond à notre avis à l'activité minière du XIXe siècle, menée pour la récupération du fer. La grande tranchée, mais surtout les deux grandes fosses F1 et F2 atteignent 7 m de profondeur. Cette profondeur a dépassé la limite inférieure de la zone d'oxydation, arrivant dans la zone d'enrichissement supergène en cuivre. Par leur forme et du fait de leur parfaite intégration dans le paysage, ces excavations présentent les mêmes caractéristiques que les mines à ciel ouvert anciennes du Limousin. De plus, elles ont manifestement été reprises ponctuellement par des travaux plus récents (sans doute des explorations datant du XIXe siècle), au niveau des recreusements, des haldes déplacées et des chemins aménagés qui ont perturbé le relief général de ces ouvrages partiellement comblés et bien intégrés dans le couvert forestier. Elles apparaissent bien plus anciennes que les petites fosses circulaires et les aménagements divers attribuables aux activités minières du XIXe siècle.

Les grandes fosses F1 et F2 et la tranchée, compte tenu de leurs profondeurs ainsi que des informations géologiques disponibles, paraissent correspondre à des mines à ciel ouvert menées pour le cuivre, avec la récupération possible/probable du fer, zinc et plomb (?). Les mineurs anciens se sont peut être arrêtés à la zone de cémentation où apparaissent les sulfures primaires non altérés dans le filon quartzeux. Mais ceci serait à vérifier par des fouilles archéologiques. Les reprises minières, c'est-à-dire, les deux surcreusements de F1 (puits ?) et la galerie creusée dans F2 représentent des travaux d'exploration modernes. Ce modèle proposé pour le site de Fosse reste à confirmer par des sondages/fouilles archéologiques ainsi que par un suivi géologique.

Le site d'Argentolle

Le site d'Argentolle (commune de Saint Prix) au toponyme très suggestif est maintenant presque entièrement défiguré après une activité minière récente pour la fluorine. L'association avec le métal argent a déjà été faite il y a presque

un siècle par Marlot (Marlot 1913) qui a eu la chance d'examiner le site au début du XXe siècle, alors qu'il était intact. Cet auteur a identifié et signalé à l'époque d'anciens travaux miniers. Dans le secteur d'Argentolle, les indices de minéralisation les plus importants sont les gisements de fluorine (Bois du Sureau et Rocher du Bœuf) et de manganèse (La Boula). Le gisement de fluorine qui contient aussi d'autres substances métalliques intéressantes a été l'objet d'une exploitation minière à ciel ouvert de 1970 à 1982 (aujourd'hui deux carrières dont une est remplie d'eau et des haldes étalées sur de très grandes surfaces).

A côté de la fluorine, on trouve une variété de quartz, certains avec des imprégnations abondantes de sulfures (Valette 1983). D'autres types de minerais ont été identifiés : des brèches minéralisées et silicifiées ; des sulfures massifs (pyrite, blende, galène) ; des fragments de minerais oxydés et riches en hydroxydes de fer. L'étude microscopique de quelques échantillons récoltés sur les haldes d'Argentolle a mis en évidence la galène, la pyrite, la blende, la chalcopyrite, la covellite et des oxy/hydroxydes de fer. Une série d'analyses de teneurs a été faite sur plusieurs échantillons prélevés, les résultats confirment des anomalies significatives en Au (jusqu'à 0,16 ppm), Ag (jusqu'à 4 ppm), Cu (jusqu'à 284 ppm), Pb (jusqu'à 1215 ppm) et Zn (jusqu'à 2265 ppm). De ce site provient également de la galène massive présente dans la collection de minéralogie du Muséum d'histoire naturelle d'Autun. Par ailleurs, Lakota a trouvé en 1982, pour la première fois, de l'argent natif sur les haldes d'Argentolle. Il s'agit d'une dendrite d'argent natif (L : 8 mm ; l : 3 mm) sur gangue de quartz, en association avec galène et fluorite. De plus, des analyses menées par la Compagnie française de Mokta ont montré la présence, en quantité non négligeable, de l'argent dans la galène d'Argentolle (70 à 400 g/t).

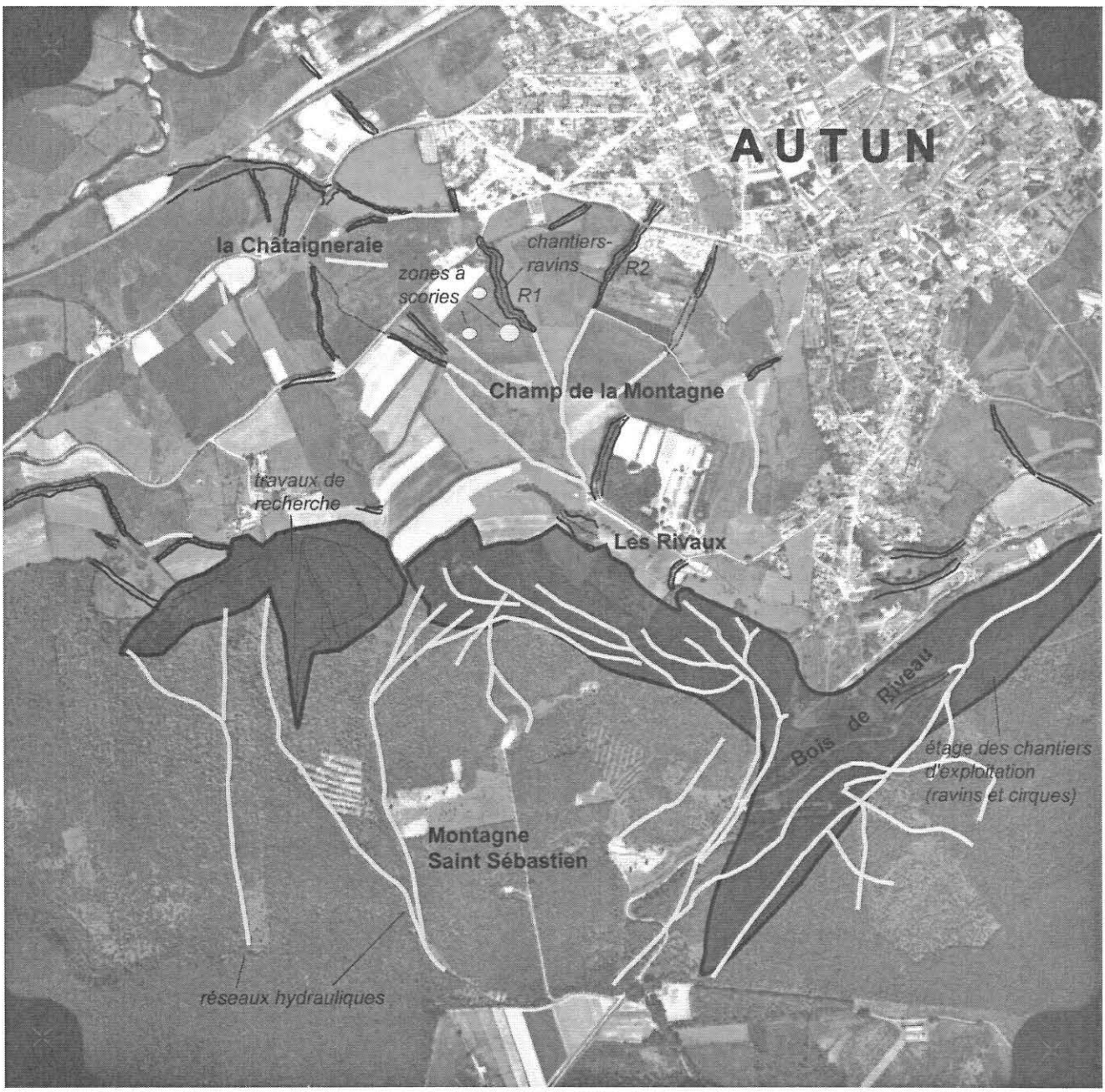
Une prospection détaillée a été menée sur le site. Plusieurs anomalies d'origine anthropique ont été repérées dans le paysage. Outre les carrières récentes pour la fluorine du Bois du Sureau (Ouest) et du Rocher du Bœuf (Est) et leurs haldes proches (hauteur environ 15 m) disposées parallèlement l'une à côté de l'autre, il a été repéré des petites fosses cernées de cordons de déblais, correspondant à des ouvrages très anciens, bien intégrés dans le relief des pentes et sous le couvert forestier. Les échantillons prélevés dans la proximité des fosses anciennes indiquent dans leur majeure partie une altération hydrothermale type silicification. Les feldspaths sont séricités et le chlorite est assez abondant. Sur le terrain ont été repérés des fragments de stockwerk et de brèches.

L'excavation la plus représentative est une petite fosse, orientée N-S (L : 14 m ; l : 7 m ; p : 2 m) et bordée de déblais principalement côté est (l : 6 m ; h : 2,50 m). La petite taille de ces excavations situées dans le prolongement des zones minéralisées et exploitées d'Argentolle, permet de les interpréter comme des vestiges d'exploration minière très ancienne pour la galène argentifère. Selon Marlot (Marlot, 1913), il existait à son époque "des vestiges d'anciens travaux bien caractérisés et des excavations en prolongements en partie comblées sous les bâtiments des domaines de l'Argentolle" ; il avait d'ailleurs fait le lien avec l'activité d'artisanat du métal déjà identifié à la Côme Chaudron dans Bibracte. Notre prospection a permis de constater que la plupart de ces anciennes mines à ciel ouvert avaient disparu dans la reprise en carrière moderne pour la fluorine et qu'il ne devait rester aux marges de cette exploitation récente que les petits travaux miniers d'exploration mentionnés ci-dessus. Un sondage archéologique ouvert sur la fosse la plus significative pourrait permettre d'éclaircir cette hypothèse.

District stannifère d'Autun

Le secteur d'Autun est la zone la plus méridionale prospectée en Morvan. La seule activité minière connue à ce jour dans ce secteur était celle de l'exploitation des schistes houillers du bassin permien au sud d'Autun, menée de 1807 à 1957 (Delfour *et al.* 1995). A côté de cette activité bien identifiée, il existait un secteur, en partie sous bois en partie en plaine, présentant des anomalies topographiques nombreuses (dépressions allongées et tertres), connues depuis longtemps des riverains et notamment de J.-P. Guillaumet qui nous a conduits sur cette zone occupant le versant nord de la montagne Saint-Sébastien au sud d'Autun.

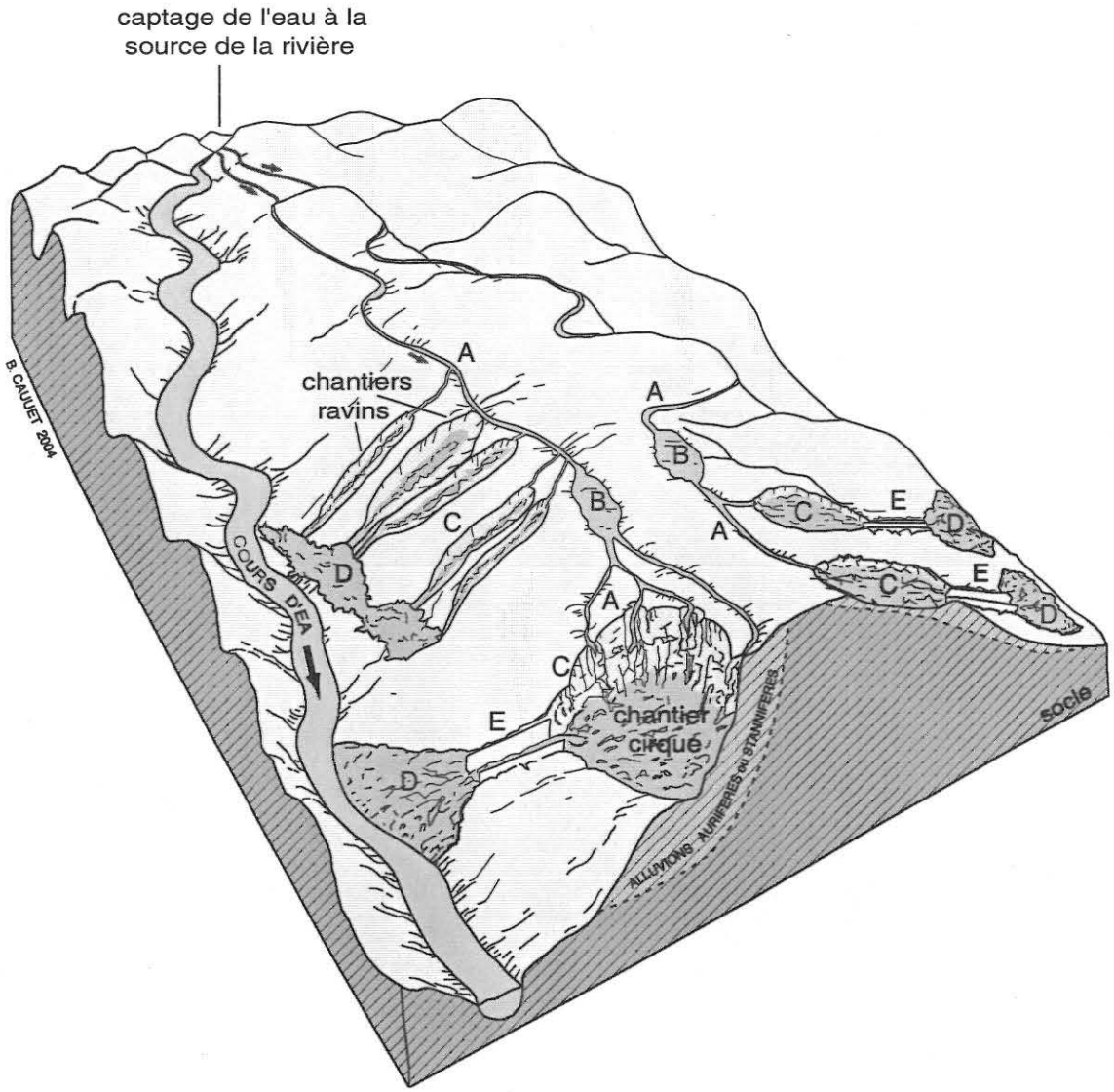
La prospection menée sur cette zone, souvent dans des conditions difficiles du fait de la forte pente (environ 200 m de dénivelée) et du couvert forestier, a révélé un vaste ensemble de travaux conduits à ciel ouvert depuis le haut du versant et



6. Bibracte-Mont Beuvray. Localisation des travaux miniers pour étain en alluvions/colluvions du sud d'Autun sur un cliché vertical de l'IGN (réf. : 67FR-1391/150-1041).

jusque dans le voisinage de la rivière Arroux (ill. 6). Il s'agit de très longues tranchées, peu profondes, de ravins de 2 à 4 m de profondeur et de plusieurs dizaines de mètres de longueur et d'excavations plus ou moins circulaires allant jusqu'à 25 m de diamètre et 5 à 8 m de profondeur. La forme et l'organisation spatiale de ces travaux ont permis de les identifier comme des travaux miniers travaillés à ciel ouvert par la force hydraulique dans des gisements secondaires détritiques (types alluvions, colluvions, éluvions) et apparentés aux modèles proposés par B. Cauuet (Cauuet 2001) pour les mines d'or en alluvions du nord-ouest de l'Espagne, du Pays Basque français ou encore du sud des Carpates roumaines (ill. 7).

L'étude géologique de la zone a montré rapidement qu'il ne s'agissait pas ici d'alluvions travaillées, mais de la partie supergène du granite local, dit de Mesvres, altérée par l'érosion et arénisée sur une plus ou moins grande épaisseur. Le massif du Morvan est un massif hercynien ancien



7. Bibracte-Mont Beuvray. Processus d'extraction de l'or ou de l'étain en alluvions/colluvions : A – canal d'adduction d'eau ; B – bassin de stockage ou d'exploitation ; C – chantier d'exploitation superficiel (ravin) ou profond (cirque) ; E – couloir d'évacuation équipé d'un long conduit fait de planches de bois, appelé sluice, à l'intérieur duquel sont piégées les particules de métal ; D – épandage des déblais lavés.

et le granite de Mesvres, une roche magmatique, pouvant contenir des minéralisations, fortement altérées par des facteurs endogènes (altération hydrothermale, tectonique, etc.) ou par des facteurs exogènes (gélifraction, météorisation). D'après une coupe classique faite à mi-hauteur d'un versant granitique du massif du Morvan par Veyret et Plassiard (Veyret, Plassiard 1996), on observe trois horizons : le granite en place, des arènes litées et fauchées et des convois limoneux à blocs. Au-dessus du granite en place en cours d'arénisation, se trouvent des arènes à litage et une alternance de lits sableux à de petites lentilles de graviers et des lits plus riches en éléments fins. Ces bandes développées au-dessus d'un granite peuvent atteindre quelques centimètres à quelques décimètres d'épaisseur. Une fois entraînées vers le bas de la pente par l'érosion, les arènes déplacées peuvent s'accumuler sur plusieurs mètres d'épaisseur.

Cette séquence est surmontée par une nappe de blocs à matrice limono-sableuse, les blocs étant parallèles à la pente. Il s'agit d'un train de blocs qui peut atteindre 1,50 m d'épaisseur. Cette séquence sommitale est déposée après une discordance. À l'échelle d'un versant granitique, vers le bas de la pente s'accumule une épaisseur importante de matériel instable, similaire à une roche sédimentaire non consolidée, par exemple du sable ou du gravier, à savoir des couches d'arènes pouvant atteindre une dizaine de mètres d'épaisseur (Delfour *et al.* 1991). La nature du métal extrait nous a été donnée par la carte géologique au 1/50 000 et les sondages effectués dans la montagne Saint-Sébastien par le BRGM qui ont révélé une forte anomalie à étain. Il s'agit de placers à cassitérite (un oxyde d'étain sans doute initialement inclus dans le granite de Mesvres), sous forme de graviers minéralisés avec une teneur moyenne de 520 g/m^3. Un essai de concentration à la batée du matériel prélevé dans un ravin en bas de la montagne Saint-Sébastien a mis en évidence la présence de la cassitérite (Sn 54 ppm). L'arénisation a libéré la cassitérite de sa roche encaissante et les cristaux se trouvent à l'état libre dans l'arène ; d'où l'adéquation d'une exploitation de ce type de dépôt par la force hydraulique.

Nous avons donc tous les arguments pour affirmer que les anomalies repérées au sud de la ville d'Autun sont en fait les vestiges d'une activité minière ancienne pour étain. La technique utilisée pour l'exploitation de la cassitérite piégée dans les arènes granitiques d'Autun est celle utilisée par les mineurs anciens pour l'exploitation de l'or dans des alluvions pendant l'Antiquité en péninsule Ibérique (Espagne) et en Dacie (Roumanie), mais aussi pour l'étain en Limousin (Cauuet 1999) et dans le nord de l'Aveyron (Abraham, Morasz 1997). À Autun, les mineurs ont exploité des arènes et non pas des alluvions, ce contexte gîtologique peu fréquent a cependant déjà été observé en nord Aveyron. A côté des arènes, dans la partie basse du secteur d'Autun, on trouve aussi des chantiers miniers creusés dans des roches sédimentaires d'âge permien et des sédiments quaternaires.

TECHNIQUE D'EXPLOITATION MINIÈRE PAR LA FORCE HYDRAULIQUE

Les alluvions et les colluvions aurifères ou stannifères sont des dépôts argileux, plus ou moins graveleux, parfois riches en galets. La présence d'or (métal natif) ou d'étain (généralement sous forme de cassitérite) dans le lit des rivières à l'état libre (paillettes ou pépites d'or) ou d'oxydes (grains de cassitérite) est le résultat de l'érosion mécanique exercée sur des dépôts primaires (en roche) ou secondaires (en alluvions, colluvions ou éluvions) aurifères ou stannifères par les eaux courantes qui les parcourent. En observant ce phénomène naturel, les Anciens ont compris les multiples effets des courants d'eau, qui pouvaient à la fois arracher, transporter, laver (débourber), concentrer et évacuer des masses importantes de matériaux (ill. 7). Le métal présent dans les gisements secondaires est plus facile à extraire par lavage de sa gangue argilo-sableuse que le métal des gisements primaires, pris dans une gangue rocheuse qu'il faut d'abord abattre à l'outil ou au feu, puis broyer, avant de faire intervenir là aussi un traitement à l'eau pour la concentration et l'enrichissement.

Pour les Anciens, il restait à recréer artificiellement ce processus d'érosion naturelle, en installant en amont des terrains convoités, un système d'irrigation pour approvisionner l'exploitation minière en eau et en aménageant en aval un dispositif (fossé habillé de planches au fond couvert de tissus, peaux de mouton ou plantes pubescentes susceptibles de retenir les grains d'or ou de cassitérite) qui piège les particules de métal transporté dans le courant. Par les écoulements d'eau sur les dépôts minéralisés, la partie superficielle

8. Bibracte-Mont Beuvray. Un canal d'adduction d'eau de la Montagne Saint Sébastien (sud d'Autun).

des terrains détrempés est désagrégée et emportée par le courant. Les particules de métal sont progressivement libérées par le lavage. L'or (densité 19,3) ou la cassitérite (densité 6,8 à 7,1) sont des métaux lourds et à l'état libre dans un courant d'eau, ils se comportent en fonction de leur propre poids. Ils se déposeront donc avec les sédiments lourds (minéraux lourds) en amont des cours d'eau, tandis que les éléments plus légers seront entraînés vers l'aval.

Cette technique minière, qui procède par lavage et érosion continue des dépôts aurifères ou stannifères, permet de traiter avec profit de grandes quantités de matériaux, souvent de faible teneur. Elle a été décrite dans l'Antiquité chez les Aquitains (les Tarbelles, peuple de l'actuel Pays basque ; Strabon, 4, 2, 1), les Ibères et les Celtes du nord de l'Italie (Pline, 33, 66-78). Ces mines ont laissé de vastes échancrures dans le paysage qu'un œil avisé sait rapidement identifier (ill. 7). Quoiqu'intensément pratiquée à l'époque romaine, cette technique d'exploitation n'est sans doute pas une invention des Romains (Cauuet 2001). En Dacie notamment, où la tradition du travail de l'or est très ancienne, on peut supposer que dès l'âge du Bronze une partie de la production d'or était tirée du traitement des dépôts alluviaux secondaires (Cauuet 1999). De même, dans la région de La Bessa (nord de l'Italie), une exploitation de conglomérats aurifères a été datée de l'âge du Fer (Gambari 1999). Pour le moment, les ensembles miniers pour étain (gisements en roche et en alluvions ou en colluvions/éluvions) repérés en Limousin et dans le nord Aveyron n'ont pas encore été datés.

Une prospection systématique a été faite sur une surface de plus de 300 ha au sud d'Autun. Le but de cette démarche était de trouver les limites de la zone couverte par les travaux miniers ainsi

que de comprendre l'organisation spatiale et la dynamique des travaux anciens. Trois secteurs ont été distingués : la montagne Saint Sébastien, le Champ de la Montagne/La Châtaigneraie et La Chicolle/le Bois de Riveau.

Le secteur de la montagne Saint Sébastien

Cet ensemble comprend un système hydraulique et une zone d'exploitation. Le réseau hydraulique consiste presque entièrement en canaux d'adduction d'eau, et dans une moindre mesure, en aménagements de stockage, de type bassin. Les prospections à travers les pentes de la montagne Saint Sébastien ont mis en évidence des canaux en très bon état de conservation, creusés en légère pente en suivant les courbes de niveaux, mais aussi des canaux plus raides qui les recoupent. On trouve des canaux principaux (suivis sur près de 2 km en amont des chantiers d'exploitation), des canaux secondaires (type affluents) et des dérivations qui sont distribuées vers les différents chantiers (ill. 8). Dans cette zone, les bassins de stockage sont rares et se rencontrent plutôt vers le bas des pentes et à proximité des chantiers d'exploitation. Il est probable que des chantiers placés vers le haut des pentes aient été réutilisés au cours de l'exploitation en bassins de stockage de l'eau.

Les chantiers se répartissent en longues tranchées (ill. 9), de type ravins, organisés en séries parallèles (L : 100 m ; l : 8 m ; p : 5 m), et en excavations plus élargies, de type cirques. Seuls deux chantiers cirques ont été repérés dans cette zone (d : 20 m ; p : 6 à 7 m et d : 40 m ; p : environ 15 m). Les chantiers de grand gabarit se trouvent tous inclus dans le couvert forestier, vers le bas du versant, et la lisière du bois suit leurs limites aval. Au-delà, on débouche dans les prairies et les zones labourées de faible pente. Là, les travaux agricoles ont fait disparaître la plus grande partie des aménagements servant à récupérer l'étain, à savoir les tranchées équipées de sluices (canal en bois garni de pièges – végétaux pubescents, mousse, gazon, toison de mouton – pour retenir les grains de métal), les canaux d'évacuation des eaux de débourbage et les aires d'épandage des terres lavées (ill. 7).

Certains canaux ou ravins se recoupent et laissent voir une chronologie relative et un phasage dans le temps des travaux miniers. Le relevé détaillé de ces ensembles permettra dans l'avenir de bien cerner cette chronologie relative. Le manque de grands bassins de stockage suggère, qu'au moins pour la partie supérieure de la zone travaillée, l'exploitation était une occupation saisonnière, contrôlée par la disponibilité en eaux de pluie. Les saisons humides, l'automne et le printemps, ainsi que vers la fin de l'hiver et la période de fonte des neiges, devaient être les périodes les plus actives de l'exploitation.

Le secteur Champ de la Montagne – la Châtaigneraie

Ce secteur est situé en aval du secteur de la montagne Saint Sébastien, en plaine et sur un soubassement géologique différent, des grès et des conglomérats permiens. La zone est en partie cultivée ou en prairies et en partie habitée. Elle est occupée par trois grands ravins R1 (L : 130 m ; l : 17 m ; p : 12 m), R2 et R3, pour certains encore bien marqués dans le relief (ill. 6), et portés sur la carte IGN au 1/25 000. Le fond de R1 est envahi par la végétation et des terriers d'animaux fouisseurs (blaireaux). Les équipements hydrauliques placés en amont et en aval du chantier ont été nivelés au cours du temps et n'apparaissent en léger relief qu'à l'étude stéréoscopique de clichés aériens verticaux de l'IGN (ill. 6). Le ravin R2 a les mêmes caractéristiques que R1 et se trouve lui aussi isolé. Le ravin R3 n'est plus visible sur le terrain alors qu'il était encore porté sur la carte IGN. Les ravins R1, R2 et probablement R3 représentent les vestiges de la partie la plus basse travaillée près de la rivière Arroux. Les travaux agricoles ont nivelé, voire effacé, les travaux miniers moins profonds, mais quelques ravins, en raison de leurs grandes dimensions sont restés sans utilité agricole et ont été conservés au cours des siècles.

La prospection systématique commencée sur cette zone de plaine, notamment dans les champs cultivés, nous a apporté une grande satisfaction. Il s'agit de la découverte de scories dans la parcelle labourée située le long du flanc ouest du ravin R1. L'étude préliminaire de ces scories a montré qu'elles étaient de plusieurs types avec des parois de fours, des scories légères, des scories plus lourdes contenant encore vraisemblablement du métal. L'analyse élémentaire ICP-MS d'une partie des fragments récoltés a mis en évidence la présence d'étain dans les scories (Sn 9,98 ppm). Les scories sont concentrées dans trois zones diffé-

9. Bibracte-Mont Beuvray. Un chantier-ravin de la Montagne Saint Sébastien (sud d'Autun).

rentes, deux près du ravin et une autre plus éloignée. Ce sont sans doute des vestiges d'une métallurgie primaire de l'étain menée sur place, près des chantiers d'exploitation. Un sondage archéologique à venir en 2005 devrait nous éclairer sur ce point.

Le secteur La Chicolle – Bois de Riveau

Ce secteur marque la partie est de la zone riche en vestiges miniers d'Autun. On y rencontre l'ensemble des différentes structures attendues pour une exploitation minière à ciel ouvert de dépôts détritiques : un système hydraulique, des chantiers d'exploitation, et partiellement, des épandages de déblais lavés. Les canaux couvrent une grande superficie et dans leur majeure partie sont tributaires de canaux principaux profonds qui descendent des hauteurs du plateau en suivant les courbes de niveaux. Ils ont alimenté plusieurs zones d'exploitation à la fois. On observe le recoupement de canaux peu profonds par des canaux plus marqués, cela correspond, là aussi, à différentes phases d'exploitation, bien conservées sur le versant du Bois de Riveau. Dans la partie centrale du secteur, derrière La Chicolle, on voit des sources jaillissant au fond des canaux. Dans la partie sud-ouest, l'eau est encore plus abondante. Il y a un ruisseau permanent et plusieurs canaux et ravins sont même aujourd'hui empruntés par les eaux de ruissellement. On note l'absence de grands bassins et la présence de trois petits bassins (d : 6 m seulement), situés sur les hauteurs du Bois Bretin, à l'extrême sud-ouest du Bois de Riveau. Des aménagements plus importants ont pu servir de bassins, comme des digues rencontrées au sud-ouest du secteur et placées au travers de chantiers ravins, sans doute reconvertis en fin d'activité en bassins de

stockage. L'abondance d'eau présente dans le secteur est indique la possibilité d'une exploitation quasi continue des terrains, même en saison sèche.

Le ravin reste le type de chantier d'exploitation le plus présent dans ce secteur. Ce sont des chantiers groupés couvrant de grandes surfaces. Leur alimentation en eau par des canaux est toujours très évidente. Des versants entiers sont ainsi ravinés et les chantiers apparaissent très longs, mais peu profonds (p. maxi : 5 à 7 m). Ce type d'organisation caractérise la partie sud-ouest du secteur où les chantiers démarrent à partir du bord du plateau du Bois Bretin. Dans cette zone la chronologie relative et l'évolution de l'exploitation minière sont marquées par l'entrecroisement de ravins de générations différentes ; le ravin le plus récent étant évidemment le plus profond. Dans la partie centrale et nord-est du secteur, les ravins ont des dimensions très importantes. Parfois ils sont visibles de très loin par les anomalies qu'ils créent dans le couvert végétal du versant de la montagne.

Les cirques apparaissent à partir de la limite nord-est et s'étalent jusqu'à la limite de la zone travaillée. Ce sont des travaux impressionnants, mais faute de temps, la prospection n'a pas été terminée sur ce type d'ouvrages. Cette partie est du secteur étudié mérite une étude complémentaire car elle se trouve située à un passage très brutal entre le granite et le permien par un escarpement de 10 à 20 m de hauteur. Il est vraisemblable que les chantiers cirques ont exploité les arènes concentrées au pied de la falaise ou encore que cette falaise soit le résultat de l'exploitation minière (?). Il est aussi possible que cette falaise corresponde à une exploitation de la pierre pour la construction datant d'une époque plus récente. Dans la zone Saint Sébastien, à la partie centrale et nord-est du secteur du Bois de Riveau, on ne rencontre plus de travaux d'exploitation. Cela donne certainement la limite de la couche d'arène minéralisée exploitable. En bas du versant raviné du Bois Bretin, on trouve une zone de plateau au relief anthropisé. Situé à la sortie de la zone travaillée, le terrain marqué par des replats contraste avec l'allure générale du versant. Cette zone de plateau accroché sur le versant est formée probablement par une partie des épandages des déblais lavés en amont et étalés à la sortie des chantiers.

INTERPRÉTATION

Les observations disponibles pour les trois secteurs nous permettent de proposer un modèle d'ensemble pour tous les travaux miniers d'Autun. Compte tenu des travaux miniers rencontrés (ravins profonds, peu profonds, cirques) et de leurs altitudes, nous pouvons séparer l'ensemble en trois étages : supérieur, moyen et inférieur. L'étage supérieur correspond au développement du système hydraulique et il est limité vers le haut par les plateaux et vers le bas par la limite supérieure de la zone travaillée aux cotes 475-500 m. L'étage moyen comprend le démarrage des chantiers d'exploitation comprenant des chantiers ravins peu profonds. Cet étage est situé entre les cotes 475/500 m et 450 m. À l'étage inférieur sont concentrés les ravins très profonds, ainsi que tous les cirques situés en dessous de la cote 450 m. Une exception cependant, dans le Bois Bretin (secteur La Chicolle-Bois de Riveau), les travaux d'exploitation démarrent très haut à plus de 550 m d'altitude, près du bord du plateau, et ceci parce que la couche détritique minéralisée se trouve plus en amont du versant.

Dans l'étage moyen, l'épaisseur de la couche d'arène est comprise entre 1 et 10 m maximum. La couche minéralisée et exploitée atteint 20 m d'épaisseur dans l'étage inférieur. Toutes ces remarques sont liées aux profondeurs observées dans les chantiers pour chacun des trois étages. Dans plusieurs cas, le fond ou le bord des chantiers d'exploitation a atteint la roche saine en place, ce qui montre que la mine a été poussée jusqu'aux limites extrêmes du gisement détritique. Les travaux situés à l'extrême ouest du secteur Saint Sébastien sont un exemple de maîtrise parfaite du territoire et de son potentiel minier. Dans cette zone, les travaux sont peu profonds, mais largement distribués dans toutes les directions. Ils apparaissent comme des travaux d'exploration minière. Le secteur étant sans doute peu minéralisé, les mineurs anciens ne sont pas passés à des chantiers d'exploitation plus profonds.

Les observations faites sur l'ensemble des travaux miniers d'Autun nous suggèrent une activité minière très bien organisée. Cette organisation était en accord avec la connaissance du gisement et la technique minière employée. L'envergure des travaux couvrant près de 300 ha commence à être mise en évidence par un travail de photo-inter-

prétation en cours sur des clichés aériens verticaux de l'IGN (ill. 6). L'absence de textes ou d'autres types de documentation témoignant de cette activité minière ancienne au sud d'Augustodunum et dans le voisinage immédiat des ateliers de forgerons et de bronziers fouillés dans le quartier du Lycée militaire, plaide pour des travaux miniers très anciens datant probablement de l'Antiquité. Des opérations de sondages, notamment sur la zone à scories du bas du versant, sont programmées pour 2005 et devraient nous permettre d'accrocher une chronologie.

CONCLUSIONS

L'année de recherches (octobre 2003 à septembre 2004) menée par C. Támas, aidé et guidé par Béatrice Cauuet, dans le cadre d'un Post-Doc, dirigé par J.-P. Guillaumet, sur les mines anciennes du Morvan a permis de mettre en évidence la richesse métallifère de ce massif et d'attester de l'existence de mines anciennes, désormais identifiées et localisées. Les prospections menées dans les quatre secteurs ciblés – Ouroux-en-Morvan, Arleuf, Argentolle/l'Échenault/Mont Beuvray et Autun – ont donné des résultats très satisfaisants. Le bilan peut se présenter comme suit :

- La Loutière, une mine en roche typique (Sn, Au-Ag ?) ;
- Le Canal du Touron : une mine en roche de taille impressionnante ;
- Fosse : une mine ancienne en roche menée en fosses et en tranchée (Cu ± Zn, Pb, Fe ?) et une reprise minière au XIXe siècle (Fe) ;
- Argentolle : des vestiges de travaux miniers anciens (exploration) du type mines en roche (Ag/Pb, Zn ?), reliquats d'une mine en roche détruite par une activité minière pour fluorine du XXe siècle ;
- Autun : un district minier ancien inédit avec des travaux de surface de type mines en alluvions pour étain (Sn) dans des arènes granitiques, des sédiments et des alluvions.

Ce bilan très positif mené sur une courte période de travail très intensif montre tout l'apport de l'archéologie minière qui révèle de nouvelles activités économiques du passé jusque-là insoupçonnées. Le potentiel minier du massif du Morvan est de fait loin d'être épuisé. La mise en évidence de mines anciennes, notamment pour le cuivre et l'étain, dans le voisinage immédiat de Bibracte et d'Augustodunum demande maintenant des confirmations chronologiques par le biais de fouilles et invite à de nouvelles analyses sur la provenance et la circulation des métaux dans l'Antiquité. Dans cette perspective, B. Cauuet reprend le dossier à partir de 2005 pour prolonger les recherches par des opérations de sondages et des prospections géophysiques complémentaires pour commencer à mieux caractériser les sites miniers identifiés et les métallurgies associées. Il s'agit de l'étude du ravin R1 du secteur Champ de la Montagne/La Châtaigneraie (travaux stannifères d'Autun) et de la zone de scories attenante, susceptible de renfermer des ateliers métallurgiques ayant traités la cassitérite dans des bas fourneaux. La prospection archéologique minière va être étendue aux versants du Mont Beuvray où des tranchées profondes ont été repérées par J.-P. Guillaumet, notamment dans le secteur de la Côme Chaudron (Guillaumet 2001). Là aussi une opération de sondage est prévue en 2005 pour apporter des éléments de réponse.

BIBLIOGRAPHIE

Abraham, Morasz 1997 : ABRAHAM (P.), MORASZ (J.-G.) — Occurrence d'une métallurgie de l'étain en Viadène (nord Aveyron). Prospections archéologiques et recherche des gisements *Mélanges C. Domergue*, Pallas, 46, Toulouse, 1997, p. 219-231.

Boisson 2003 : BOISSON (J.) — *Inventaire des ressources et des exploitations minières métallifères dans le Morvan.* Dijon : université de Bourgogne, 2003 (Mémoire de DESS Archéosciences, polycopié).

Cauuet 1999 : CAUUET (B.) — L'exploitation de l'or en Gaule à l'âge du Fer. *In :* CAUUET (B.) dir. — *L'Or dans l'Antiquité de la mine à l'objet.* Toulouse : Fédération Aquitania, 1999, p. 31-86 (Aquitania, supplément ; 9).

Cauuet 2001 : CAUUET (B.) — Des mines d'or en alluvions de l'âge du Fer au pays basque nord. *In :* UGAGLIA (E.) dir. — *L'or de Tolosa.* Catalogue d'Exposition du musée Saint-Raymond. Toulouse : Odyssée, 2001, p. 32-40.

Cauuet 2004 : CAUUET (B.) — *L'or des Celtes du Limousin.* Limoges : Culture & Patrimoine en Limousin, 2004 (Archéologie).

Cauuet 1999 : CAUUET (B.) dir. – *Mines d'or antiques de Dacie. Vallée du Pianul et district de Rosia Montana (Carpates méridionales, Roumanie).* Rapport de mission archéologique du MAE, Toulouse, 1999 (polycopié).

Delfour *et al.* 1991 : DELFOUR (J.), ARÈNE (J.), CLOZIER (L.), CARROUÉ (J.-P.), CORNET (J.), DELANCE (J.-H.), FEYS (R.), LEMIÈRE (B.) — Carte géologique de la France (1/50 000), feuille d'Autun (551), 1991.

Delfour *et al.* 1995 : DELFOUR (J.), CLOZIER (L.), FEYS (R.), LABLANCHE (G.) — Carte géologique de la France (1/50 000), feuille de Lucenay-L'Evêque (524), 1995.

Gambari 1999 : GAMBARI (F.M.) — Premières données sur les aurifodinae (mines d'or) protohistoriques du Piémont (Italie), *In :* CAUUET (B.) dir. — *L'Or dans l'Antiquité de la mine à l'objet.* Toulouse : Fédération Aquitania, 1999, p. 87-92 (Aquitania, supplément ; 9).

Gourault 1982 : GOURAULT (C.) — Les gîtes minéraux du Morvan et de ses bordures. Collection Études Scientifiques sur le Morvan et la Bourgogne. *Bulletin Société d'Histoire Naturelle et des Amis du Museum d'Autun*, 1-102, 2-103, 1982.

Gourault 1999 : GOURAULT (C.) — *Géologie des gîtes minéraux du Morvan : minéralisations du socle et de la couverture mésozoïque.* Autun : Société d'Histoire Naturelle et des amis du muséum d'Autun, 1999.

Guillaumet 2001 : GUILLAUMET (J.-P.) — Exploitations minières en pays éduen. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude de l'âge du Fer*, 19. Paris : AFEAF, 2001, p. 35-37.

Marlot 1913 : MARLOT (H.) — Notice sur la mine de galène argentifère des Moléras, commune de Glux (Nièvre). *Bulletin Société d'Histoire Naturelle d'Autun,* 26, 1913, p. 80-86.

Marlot 1914 : MARLOT (H.) — Recherches de mines métalliques et métaux précieux, or, argent, dans le Morvan. *Bulletin Société d'Histoire Naturelle d'Autun,* 27, 1914, p. 71-98.

Monna *et al.* 2004 : MONNA (F.), PETIT (C.), GUILLAUMET (J.-P.), JOUFFROY-BAPICOT (I.), BLANCHOT (C.), DOMINIK (J.), LOSNO (R.), RICHARD (H.), LÉVÊQUE (J.), CHTEAU (C.) — History and environmental impact of mining activity in Celtic Aeduan territory recorded in a peat bog (Morvan, France). *Environnemental Science & Technology,* 38, 3, 2004, p. 665-673.

Niaux 1996 : NIAUX (R.) — Prospection-inventaire dans l'Autunois et le Morvan. *In : Histoire et nature de l'Autunois.* Rapport d'activité 1996.

Niaux 1997 : NIAUX (R.) — Les indices toponymiques. *In : Histoire et nature de l'Autunois.* Rapport d'activité 1997, p. 1-4.

Niaux 1998 : NIAUX (R.) — Toponymie et prospection archéologique. *In : Histoire et nature de l'Autunois.* Rapport d'activité 1998, p. 2-6.

Niaux 1999 : NIAUX (R.) — Les tranchées géantes du Morvan. *In : Histoire et nature de l'Autunois.* Rapport d'activité 1999, p. 1-6.

Petit *et al.* 2003 : PETIT (C.), GUILLAUMET (J.-P.), BOISSON (J.), CAUUET (B.), JOUFFROY-BAPICOT (I.), MONNA (F.), OLLIVE (V.), TAMAS (C.G.) — Etude de l'environnement et de l'exploitation minière en Morvan – palynologie, géochimie et prospections. *In : Rapport annuel d'activité scientifique 2003 de BIBRACTE, Centre archéologique européen.* Glux-en-Glenne : BIBRACTE, 2003, p. 248-254.

Tamas *et al.* 2004 : TAMAS (C.G.), CAUUET (B.), GUILLAUMET (J.-P.), PETIT (C.), MONNA (F.) — Archaeomineral research in the Morvan massif (north east Massif Central) – first results. *European Association of Archaeologists,* Xth Annual meeting, Lyon, France, 8th – 11 th september, 2004, p. 57-58.

Valette 1983 : VALETTE (C.-O.) — *Karsts et filons à fluorine dans le faisceau synclinal du Morvan : le gisement d'Argentolle (Saône-et-Loire, France).* Documents du BRGM, 58 (Thèse de troisième cycle, Université d'Orléans).

Veyret, Plassiard 1996 : VEYRET (Y.), PLASSIARD (C.) — Modèles et formations superficielles dans la région du Mont Beuvray (Nièvre, Saône-et-Loire). *In :* BUCHSENSCHUTZ (O.), RICHARD (H.). dir. — *L'environnement du Mont Beuvray.* Glux-en-Glenne (Nièvre) : Centre archéologique européen du Mont Beuvray, 1996, p. 27-35.