



HAL
open science

PCR - Le Plomb argentifère ancien du Mont Lozère (Lozère). A la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes

Alain Ploquin, Philippe Allée, Marie-Christine Bailly-Maître, Sandrine Baron, Jacques-Louis de Beaulieu, J. Carignan, Sarah Laurent, M. Lavoie, Cécile Mahé-Le-Carlier, Sandrine Paradis, et al.

► To cite this version:

Alain Ploquin, Philippe Allée, Marie-Christine Bailly-Maître, Sandrine Baron, Jacques-Louis de Beaulieu, et al.. PCR - Le Plomb argentifère ancien du Mont Lozère (Lozère). A la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes. *Archeosciences, revue d'Archéométrie*, 2010, 34, pp.99-114. 10.4000/archeosciences.2669 . hal-00958361

HAL Id: hal-00958361

<https://hal.science/hal-00958361>

Submitted on 7 Sep 2020

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.



ArcheoSciences
Revue d'archéométrie

34 | 2010
varia

PCR – Le Plomb argentifère ancien du Mont Lozère (Lozère)

À la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes

A collective research project: The medieval lead (silver) of Mont Lozère (Lozère), in search of mines, ores and men

Alain Ploquin, Philippe Allée, Marie-Christine Bailly-Maître, Sandrine Baron, J.-L. de Beaulieu, J. Carignan, S. Laurent, M. Lavoie, C. Mahé Le Carlier, Sandrine Paradis, J. Peytavin et M. Pulido



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/2669>
DOI : 10.4000/archeosciences.2669
ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 10 avril 2010
Pagination : 99-114
ISBN : 978-2-7535-1407-2
ISSN : 1960-1360

Référence électronique

Alain Ploquin, Philippe Allée, Marie-Christine Bailly-Maître, Sandrine Baron, J.-L. de Beaulieu, J. Carignan, S. Laurent, M. Lavoie, C. Mahé Le Carlier, Sandrine Paradis, J. Peytavin et M. Pulido, « PCR – Le Plomb argentifère ancien du Mont Lozère (Lozère) », *ArcheoSciences* [En ligne], 34 | 2010, mis en ligne le 11 avril 2013, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/2669> ; DOI : 10.4000/archeosciences.2669

PCR – Le Plomb argentifère ancien du Mont Lozère (Lozère)

À la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes

*A collective research project: The medieval lead (silver) of Mont Lozère (Lozère),
in search of mines, ores and men*

Alain PLOQUIN *

Principaux collaborateurs : P. ALLÉE, M.-C. BAILLY-MAÎTRE, S. BARON,
J.-L. DE BEAULIEU, J. CARIGNAN, S. LAURENT, M. LAVOIE, C. MAHÉ-LE CARLIER,
S. PARADIS, J. PEYTAVIN, M. PULIDO

Résumé : Ce « Projet Collectif de Recherche » regroupe archéologues, historiens, palynologues, géomorphologues, géologues et paléométallurgistes autour de l'étude de l'extraction et du traitement de minerais de plomb (argentifère) au Moyen Âge sur le Mont Lozère : archives, inventaire des vestiges et traces, impact environnemental, reconstitution des techniques.

Cet exposé a pour but de donner le cadre et de resituer les uns par rapport aux autres les différentes communications relatives au Mont Lozère, mais aussi de présenter nos résultats non exposés lors de ce colloque, le plus souvent parce qu'ils l'ont été par ailleurs.

Plus de 75 sites à scories (vestiges d'ateliers) et de 200 charbonnières associées ont été répertoriés, tous situés dans la même tranche altitudinale (1 400 m +/-50) ; seul le hêtre a été charbonné.

La filiation de la minéralisation aux ateliers et à leur environnement a été abordée *via* des analyses élémentaires et isotopiques (Pb) sur des matériaux issus de la chaîne opératoire ou associés (minerais, scories, sols d'ateliers et sols actuels proches, végétaux). L'analyse pollinique, géochimique et isotopique d'une tourbière minérotrophe montre deux périodes d'activités métallurgiques associées à des déboisements importants. La seconde période correspond à l'activité médiévale. L'activité durant La Tène était inattendue car tous les vestiges du Mont Lozère sont médiévaux. Sur tous ces aspects, l'isotopie du plomb (Pb) de précision s'est révélée très précieuse et des reconstitutions expérimentales ont validé les relations minerais-scories-fumées.

Plusieurs sites ont fait l'objet de sondages et deux ont été retenus pour les premières fouilles. Le premier a livré trois bases de fours, trop mal conservés pour permettre une restitution du fonctionnement, mais il est possible d'émettre des hypothèses, à partir des scories, des déchets de parois de four, de l'organisation de l'espace. Le site 3 s'est installé en bordure de tourbière lors d'une longue période sèche ; ce fait conduit à faire le lien avec l'évolution climatique : établissement des ateliers sur ce domaine à la faveur de l'Optimum Médiéval.

La cartographie et topologie des vestiges, l'anthracologie, etc. se sont révélés riches en enseignements dans le domaine de l'archéologie forestière : reconstitution spatiale des espaces boisés, sylvo-faciés, pratiques proto-industrielles... Ceci nous conduit vers la notion de partage du territoire avec les pratiques pastorales.

*8, chemin de L'Hermitage, 54850 Messein. Ploquin.alain@orange.fr

Abstract: *This “Collective Research Project” brings together archaeologists, historians, palynologists, geomorphologists, geologists and paleometallurgists in an initiative to study the extraction and treatment of (argentiferous) lead-bearing ores in the Middle Ages on Mont Lozère: archives, inventory of remains and traces, environmental impact and reconstruction of techniques.*

The aim of this report is to set the framework and relate the different papers on Mont Lozère, as well as to report our results that were not presented during the symposium, either because they were presented elsewhere or due to a lack of time.

More than 75 sites with slag (remains of workshops) and more than 200 related coal-making sites have been listed, all of them located within the same altitudinal section (1400m +/- 50); only beech was burnt to charcoal.

The relationship of mineralisation with the workshops and their environment has been addressed through elementary and isotopic (Pb) analyses of the materials derived from the operating chain or related materials (ores, slag, workshop floor and nearby today's soil, plants). Pollen, geochemical and isotopic analyses of minerotrophic peat bog show two periods of metallurgical activities associated with large-scale deforestation. The second period represents the period of medieval activity. The activity during the La Tène period was unexpected since all of the Mont Lozère remains are medieval. The precision isotope ratio analysis of lead proved to be invaluable in this respect and experimental reconstitutions have validated the ores-slag-fumes relationships.

Probing holes were done on several sites and two of them were chosen for the first extensive excavations. The first one produced three furnace bases, insufficiently preserved to allow operation to be reconstructed, however assumptions may be put made based on the slag, furnace wall scraps and spatial organization. Site 3 became established on the edge of the bog during a long dry period. This fact points to a link with climate change: the setting up of workshops in this area during the Medieval Climatic Optimum.

The mapping and topology of the remains, anthracology, etc. have provided a wealth of information in the field of forest archaeology: spatial reconstruction of wooded areas, silvifacies, protoindustrial practices, etc. This leads us to the concept of the sharing of the territory with pastoral practices.

INTRODUCTION

C'est en 1957 qu'est parue la première étude sur les « plombières », épandages de scories de plomb, sur le Mont Lozère (Morel et Bardy¹, 1957), déjà signalées en 1891 par L. de Malafosse.

Des prospections réalisées sur la partie occidentale du Massif granitique du Mont Lozère, initialement par Jean Peytavin, bénévole du CERL de Mende, puis par Sylvain Lhuillier (1999), stagiaire dans le cadre du Parc national des Cévennes et sous la direction de A. Ploquin et R. Dejean (PNC), avaient inventorié une cinquantaine de sites à scories *i.e.* des indices d'ateliers de production de plomb; par la suite, une trentaine d'autres furent découverts (fig. 1). Presque tous sont situés dans des aires totalisant environ 8 km² inscrites dans un espace de 10 x 6 km et une bande altimétrique étroite (1 360-1 430 m). Les dernières prospections, et vérifications, ont confirmé que les sites à scories d'altitude inférieure à ces 1 360 m sont des dépôts colluvionnés ou alluvionnés dont le site source (« atelier ») n'est pas visible. Les datations ¹⁴C sur des charbons de bois associés à des scories ou en sole de charbonnières proches donnent maintenant une fourchette large : fin x^e à fin xiv^e siècle, voire début xv^e siècles. Du fait de la grande similitude des scories et de leurs gisements, nous sommes enclins à affirmer l'hypothèse que ces datations sont significatives pour l'ensemble.

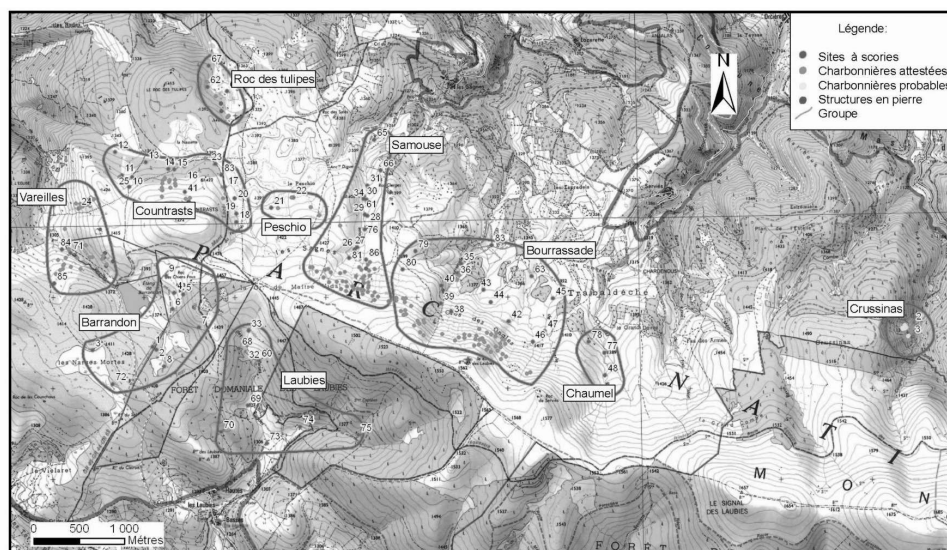
1. M. Bardy B. est actuellement le Président du Centre d'Etudes et de Recherches Littéraires et Scientifiques de Mende, CER, société savante locale qui tient des séances régulières et édite un bulletin.

Cependant, il ne faut pas oublier que des travaux miniers ont été déterminés comme « gallo-romains » (Neyrac) et « Renaissance » (Fleury) et que nos travaux de laboratoire ont livré des indices d'activités métallurgiques gauloises, voire même, de l'Âge du Bronze. La fouille du site 3-3' a livré les fondations de deux, sinon trois, fours associés à des scories identiques à celles visibles en surface. Que ce soit en fouille, sondages ou prospection, aucun indice de grillage préliminaire ni traces de coupellation n'ont été décelés.

Les minéralisations, origines potentielles des minerais utilisés, sont réparties en plusieurs zones dans les schistes paléozoïques, encaissant métamorphique du Massif granitique hercynien du Mont Lozère ou dans la partie inférieure de la couverture mésozoïque essentiellement calcaire, mais toujours à proximité de la discordance couverture/socle. En périphérie du Massif, un grand nombre de ces minéralisations sont situées à moins de 15 km, certaines à 5 km seulement, des aires à scories, ateliers de production de plomb d'œuvre (fig. 2). L'histoire minière récente montre que plusieurs grands districts ont été exploités à l'époque contemporaine pour le plomb et/ou le zinc, voire la barytine : Le Bleyrard, Vialas, Villefort, Ramponenche. Le BRGM a beaucoup travaillé sur cette région lors du grand inventaire des ressources minérales de la fin des années 50 et années 60. Les ingénieurs des mines du xix^e siècle (archives Ecole des Mines d'Alès et DRIRE), puis du BRGM signalent tous l'existence de « vieux travaux » et l'archéologie a prouvé que Le Bleyrard avait été exploité dans l'Antiquité (réseau gallo-romain de Neyrac, *cf.* Alain Prassl, 1997). La prospection

Figure 1 : (Voir planche couleur)
Carte des sites à scories et charbonnières, extrémité occidentale du Mont Lozère. Fond IGN 1/25000. Mise à jour septembre 2007, Ph.A. et S.P.

Figure 1 : (See colour plate) Map of slag-sites, i.e. smelting workshops (red plots) and charcoal places (green or grey plots), western part of the Mont Lozère. IGN map 1/25000. Update September 2007.



autour du Mont Lozère a permis de recenser de nombreux indices miniers d'âges très incertains. Certains sont manifestement anciens (ex. succession de puits proches les uns des autres ou « pingens » selon la nomenclature germanique, dépilages, ...), mais d'autres doivent être attribués aux recherches du xx^e siècle (certaines de celles-ci ont recoupé des « vieux travaux » non datés). Dans la mine de Fleury, secteur de Bédoués-Cocurés, un charbon de bois associé à de vieux travaux a donné un âge radiocarbone de 1440 cal AD/1535 cal AD (52,1 %) ou 1535 cal AD/1635 cal AD (45,6 %)² (Laurent, 2005). C'est autour de l'étude de cet ensemble qu'une équipe multidisciplinaire a été construite sous forme d'un PCR³ intitulé *Le Plomb ancien du Mont Lozère : à la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes* (tableaux 1 et 2, fig. 2 à 4).

1. MINÉRALISATIONS ET EXPLOITATIONS MINIÈRES

Minéralisations

La position géologique des minéralisations est caractérisée par trois métallotectes : bordures des granites intrusifs tardi-hercyniens, discordance socle hercynien-couverture secondaire, tectonique cassante post-triasique associée à la remontée des masses granitiques et aux décrochements. Des indices minéralisés (fig. 2) et des vestiges d'exploitation ou

1997 signalement par un agent du Parc National des Cévennes, visite A Ploquin.
1998 contacts PNC, CERL Mende, avec visites, et présentation à la SAFEMM pour avis.
1999 stage S. Lhuillier (PNC) : inventaire sites à scories, prospection AP : géologie, minéralisations.
Contacts avec le SRA Languedoc-Roussillon

2000 et 2001 PCR « faisabilité », mise au point des approches, équipe...
2002-2004 premier triennal
2005-2007 deuxième triennal
2008 préparation d'une refonte du projet et équipe.

Tableau 1 : Les grandes étapes du PCR.

Table 1 : Main stages during the program "PCR Mont-Lozère".

de recherches existent tout autour du Mont Lozère. Très tôt dans ce programme, une recherche de spécimens minéralisés en galène sur le maximum d'indices et haldes a été menée.

La sélection des secteurs minéralisés isotopiquement (plomb) compatibles avec les scories des ateliers du Mont Lozère, donc susceptibles d'avoir alimenté ces ateliers, a été l'un des points forts de la thèse de Sandrine Baron (2005) et publié par ailleurs (Baron *et al.*, 2006a) : seul le secteur sud-ouest a pu être retenu (Montmirat-Les Bondons, éventuellement étendu vers Bédoués-Cocurés (Baron, Ploquin, ce volume) (fig. 5).

L'étude de spécimens de minerais, dans l'espoir d'envisager des arguments « minéralogiques » sur la localisation de l'argent et à l'appui de sélection des gîtes exploités, tend

2. Datation Archéolabs ref ARC 2137

3. PCR : un Projet Collectif de Recherches permet à des personnes issues de divers organismes ou « bénévoles » de travailler ensemble sur un thème accepté par le Service Régional de l'Archéologie et la Commission Interrégionale de la Recherche Archéologique.

- 2001 DEA Cyril GUILLOT Actions anthropiques sur la végétation de la tourbière des Narses Mortes (Mont Lozère, Massif Central, France) : recherches pollen-analytiques sur l'impact de la métallurgie du plomb-argentifère depuis le Moyen-âge. IMEP. Sous la direction de J.-L. de Beaulieu.
- 2003 THÈSE D'HABILITATION Philippe ALLÉE Dynamiques hydro-sédimentaires actuelles et holocènes dans les systèmes fluviaux de moyenne montagne (Limousin, hautes Cévennes, Maures). Vol. 2. Université de Limoges.
- 2005 THÈSE Sandrine BARON. Traçabilité et évolution d'une pollution métallurgique médiévale de plomb argentifère sur le Mont Lozère. Sous la direction de Elbaz-Poulichet F., Université de Montpellier II, Carignan J. et Ploquin A., CNRS-CRPG, UPR 2300. Travaux aux CRPG.
- 2005 MAÎTRISE Sarah LAURENT. Mines et métallurgie du plomb argentifère sur le Mont Lozère au Moyen Âge (XI^e-XV^e siècles). Lyon 2. Sous la direction de Baud A. et Bailly-Maitre M.C.
- 2006 THÈSE Maria PULIDO AVILA. Conséquences de l'anthropisation sur la dynamique post-glaciaire de la végétation dans le sud du Massif Central, France. Sous la direction de J.-L. de Beaulieu. IMEP.
- 2006 début THÈSE Romain ROUAUD, évolution de la forêt en Limousin et Lozère. Geolab Limoges. Sous la direction de Allée Ph.
- 2007 M2 Sandrine PARADIS. Etude dendro-anthracologique : une approche méthodologique pour l'étude du calibre des bois ; application sur des charbonnières médiévales du Mont Lozère (France, 48). Archéosciences Dijon.
- Début THÈSE. Reconstitution de la gestion de la forêt (hêtraie) charbonnée pour la métallurgie médiévale du Mont Lozère. Géolab Limoges. Sous la direction de Allée Ph.
- Ainsi que divers rapports de stages d'élèves de 2^e année ENSG-Nancy. Sous la direction de Mahé-LeCarlier et Ploquin A. CRPG.-CNRS.

Tableau 2 : Mémoires académiques.
Table 2 : Academic works.

à confirmer que l'essentiel des teneurs Ag serait dans des minéraux porteurs (cuivres gris, argentite...), en inclusions dans la galène et, probablement dans une moindre mesure, dans certaines zones de croissance. En l'état actuel de l'étude, aucun argument en faveur du secteur sud-ouest ou d'un choix entre les minéralisations du socle ou de la couverture n'apparaît nettement, sauf peut-être une moindre teneur en Zn, Cd et éventuellement Fe. Le rapport Ca/Mg presque constant dans les scories est un argument fort pour une préférence pour des minéralisations de la couverture secondaire plutôt que du socle hercynien (Mahé-Le Carlier *et al.*, ce volume).

Travaux miniers

Les recherches des indices d'exploitations minières furent donc concentrées sur le secteur sélectionné (Laurent, 2005).

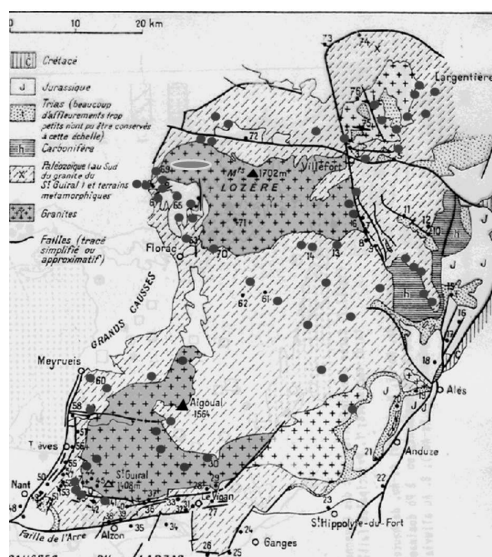
L'indice de travaux miniers anciens dit « filon du Montet » a été choisi pour nos premières investigations directes (sondage, topographie et géophysique électrique). Cet indice se présente comme une tranchée longue de 750 m, plus nette à l'ouest, parfois plus diffuse et discontinue dans la partie haute vers l'est, avec des parties plus en cuvettes tous les 20-50 m qui évoquent un chapelet de puits. Dans les Vosges, ce type de dispositif remonte aux XI^e-XIII^e siècles (Fluck, 1988). Ces travaux miniers anciens ne sont pas mentionnés dans les archives des mines de Montmirat (fermées fin XIX^e siècle, enquête et rapport de Boemare, consultable à la Communauté de Communes du Valdonnez) et ont été considérés comme gîte de fer (présence de débris de « chapeau de fer » dans les haldes) par De Gensanne, en 1770. Ce dispositif en puits est visible aussi sur le filon du Devois (ref. LOZ-VEO-07 in Laurent, 2005), mais le filon du Montet est plus accessible par un engin de type tractopelle et le Devois est en partie en zone Natura 2000. D'où ce choix. Ce sondage a débuté, manuellement, en 2006 (environ 12 t de déblais) ; il a mis au jour l'éponte nord du filon et mis en évidence la dissymétrie transversale. En 2007, la coupe a été complétée avec l'aide de quelques heures de tractopelle, mais le sondage a été stoppé (sécurité en fonction de la largeur du sondage) avant d'avoir atteint le « fond », 120 à 150 t déplacées et remises en place.

Les épontes proches présentent une altération hydrothermale intense (argilisation et silicification) et il est délicat de placer une limite entre ce qui est encore en place et ce qui est devenu mobile. Cependant ce matériau a une bonne tenue en paroi sauf agression (gel, orages, etc.) : il a donc pu être creusé en tranchées, puits, voire petites galeries, mais pour une courte durée avant remblaiement. Ces épontes, ainsi que les haldes, n'ont montré que des faciès issus de la base de la couverture Secondaire. Le seul indice que le socle ait été atteint consiste en une fine couche, grossièrement horizontale, d'épaisseur centimétrique, de petites écailles de schistes micassés étalée sur un « bloc » de type éponte très hydrothermalisée. Pour des raisons de sécurité, il n'a pas été possible de dégager ce « bloc » pour déterminer s'il s'agit du plafond d'un début de galerie, éventuellement effondré. Cependant ce schiste indique que le socle a été atteint à proximité et confirme la proximité de la discordance⁴. Parallèlement à l'exploitation (principale?), une autre tranchée, plus étroite,

4. Sur deux autres indices miniers (filons du Devois et de la Baume), en zone de couverture, quelques morceaux de granite indiquent que le socle y a aussi été atteint par les travaux miniers.

Figure 2 : (Voir planche couleur) Schéma géologique avec indication de la zone des ateliers médiévaux de production de plomb d'œuvre et des secteurs minéralisés.

Figure 2 : (See colour plate) Geological scheme with indication of the area with medieval lead-smelting workshops and of mineralized sectors.



Sites d'ateliers

Schistes et granites intrusifs hercyniens.

Couverture mésozoïque de grès et calcaire dolomitique.

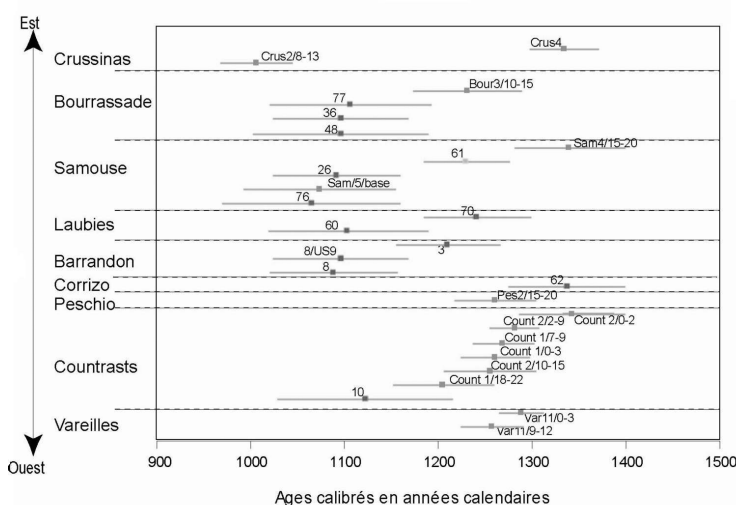
Minéralisations:

galènes (parfois associées à blende, chalcoppyrite...) et à gangue quartzo-

Minéralisations : galènes

Figure 3 : (Voir planche couleur) Radiocarbone calibrés sur charbons de hêtre. Les n° de sites à scories ou de charbonnières renvoient à la carte Fig. 1 et les valeurs à la suite du n° de charbonnière correspondent à la tranche de profondeur dans le niveau à charbons.

Figure 3 : (See colour plate) Calibrated ¹⁴C ages on charcoal from beech. Plot N° refers to the map fig. 1. The value after the charcoal place N° indicates the depth level of sampling.



est apparue; elle n'était pas visible en surface. Les coupes géophysiques (résistivité) n'ont pas mis en évidence une telle tranchée supplémentaire au-delà du sondage.

La halde est déversée sur le côté sud de l'exploitation, côté plus bas et plus sain que le côté nord. Elle repose directement sur le rocher en place, sans relique de sol ancien : nous pouvons avancer l'hypothèse qu'il y a eu un décapage préliminaire et la pente dégagée pourrait être liée à l'exploitation.

Les coupes géophysiques confirment cette organisation générale ainsi que l'élargissement de l'exploitation au niveau des « cuvettes » (puits?).

Notons que le terrain est ici plus favorable à ces prospections que dans les Vosges où des puits du XIII^e siècle (voire XI^e siècle) ont été cartographiés (travaux P. Fluck).

Aucun élément datant n'a été trouvé, les quelques tessons ne sont pas significatifs.

2. MINÉRAIS ET MÉTALLURGIE

Pour le fonctionnement d'un atelier de production d'un métal, trois composantes adaptées sont nécessaires : le minéral, le combustible, le procédé.

Mineral

Nous ne reviendrons pas ici sur la détermination et le pourquoi d'une telle sélection des minerais utilisés (partie 1,

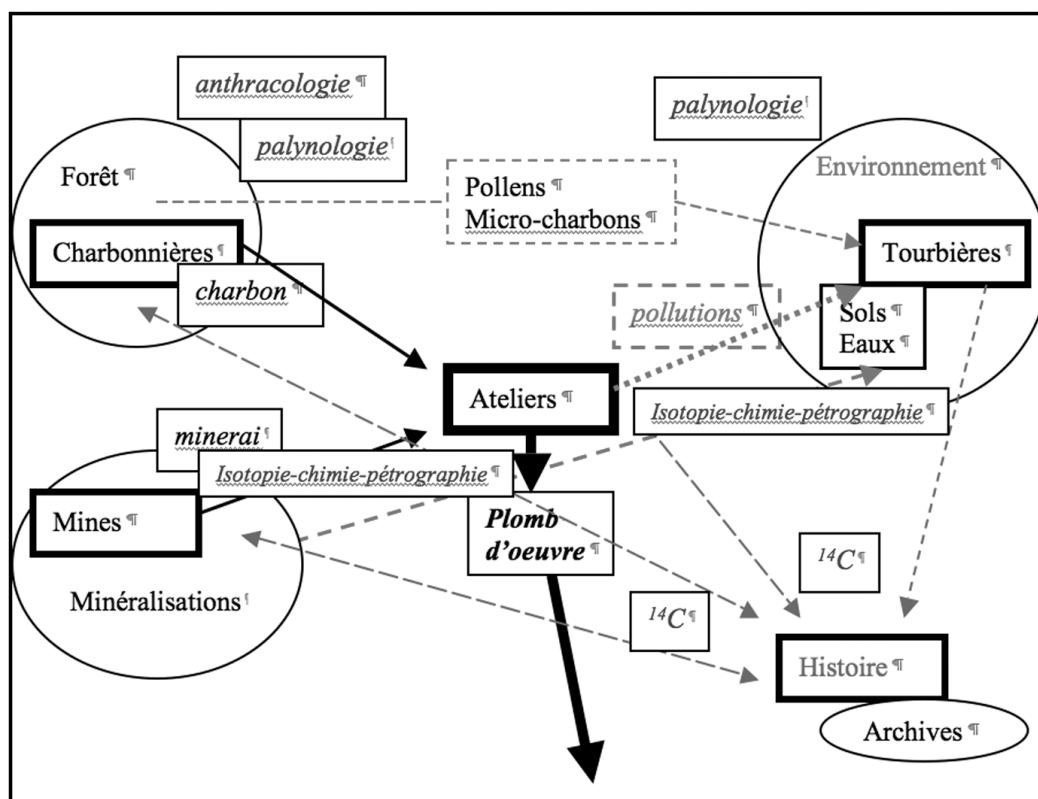


Figure 4 : Organigramme illustrant l'interdisciplinarité mise en œuvre.
 Figure 4 : This organization chart illustrates the interdisciplinary implementing.

supra). Ajoutons que l'étude de la contamination (Baron, 2006a) par les métaux lourds des sols associés au site 8 a montré un excès de cuivre qui nous a conduit à penser qu'une élimination de minéraux porteurs de cuivre, chalcopyrithes vraisemblablement, a eu lieu avant l'enfouissement (Bailly-Maître, ce volume). Une trop grande quantité de tels sulfures de fer et cuivre induirait la formation de mottes qui piègeraient de l'argent et seraient difficiles à retraiter ; aucun déchet de type matte n'a été trouvé... pour l'instant.

Sites, taphonomie et répartition

Cet aspect sera développé dans la contribution de Philippe Allée (Allée *et al.*, ce volume).

L'examen de la carte (fig. 1) montre que la répartition des sites n'est pas aléatoire. Ils se répartissent essentiellement soit selon une vallée, soit sur le versant général nord. Sur les versants de ces vallées ou sur ce versant général nord, deux positions sont privilégiées : beaucoup en bas de versants et moins nombreux près du changement de pente vers 1 400 m. Sur le versant sud, la répartition est moins claire du fait des reboisements importants, il y a une cinquantaine d'années (forêt des Laubies principalement, avec un sous-solage important) et de prairies à fourrage ; la prospection, très difficile en reboisements, y a montré des restes de « bancelles », par exemple

sur le versant nord de l'Amourous. Une mise en culture, puis le reboisement ont pu détruire ou cacher des sites. Ceci est conforté par les observations suivantes. Les scories vues sur les sites 69 et 73, ruisseau des Narses Rondes, et 82, près du confluent du Bramont et de l'Amourous, sont en alluvions ; celles du point 60 sont en niveaux quasi-stratigraphiques dans des colluvions et leurs traces ont pu être remontées, « à la tau-pinière », sur une distance de 200 m sans pour autant retrouver le site d'atelier. Dans la rive du ruisseau de la Bourassade, point 83, en aval de la piste dite « sentier des clochers de tourmente », des scories sont associées à des alluvions grossières ; même chose dans la Samouse, point 76, en aval du site 26 ; plus en aval, le point 65 est vraisemblablement en alluvions. L'emplacement de l'atelier 10, ou du moins le peu qu'il en reste, a été trouvé et l'épandage de scories (avec la traînée de pollution associée) a été suivi sur plus de 250 m et un dénivelé de 50 m. Cette érosion est-elle consécutive à l'activité métallurgique (dont le charbonnage, *infra*) ou plus tardive, liée à la dégradation des sols pollués... ou les deux ?

Sites, ateliers

Les résultats de la fouille des sites 3 et 8 sont présentés en détail par la contribution de Marie-Christine Bailly-Maître, (Bailly-Maître, ce volume).

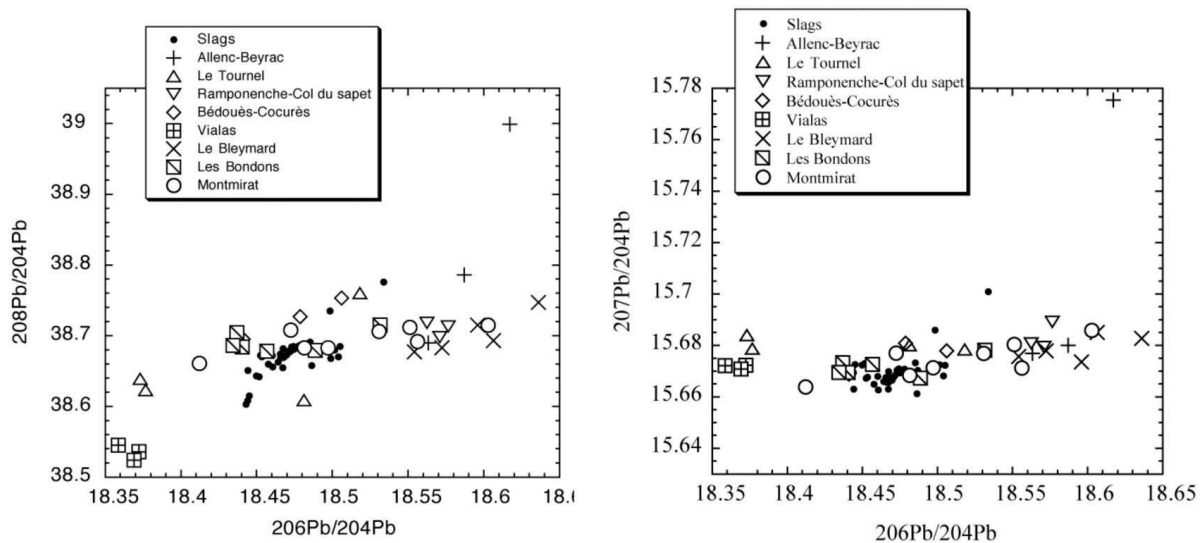
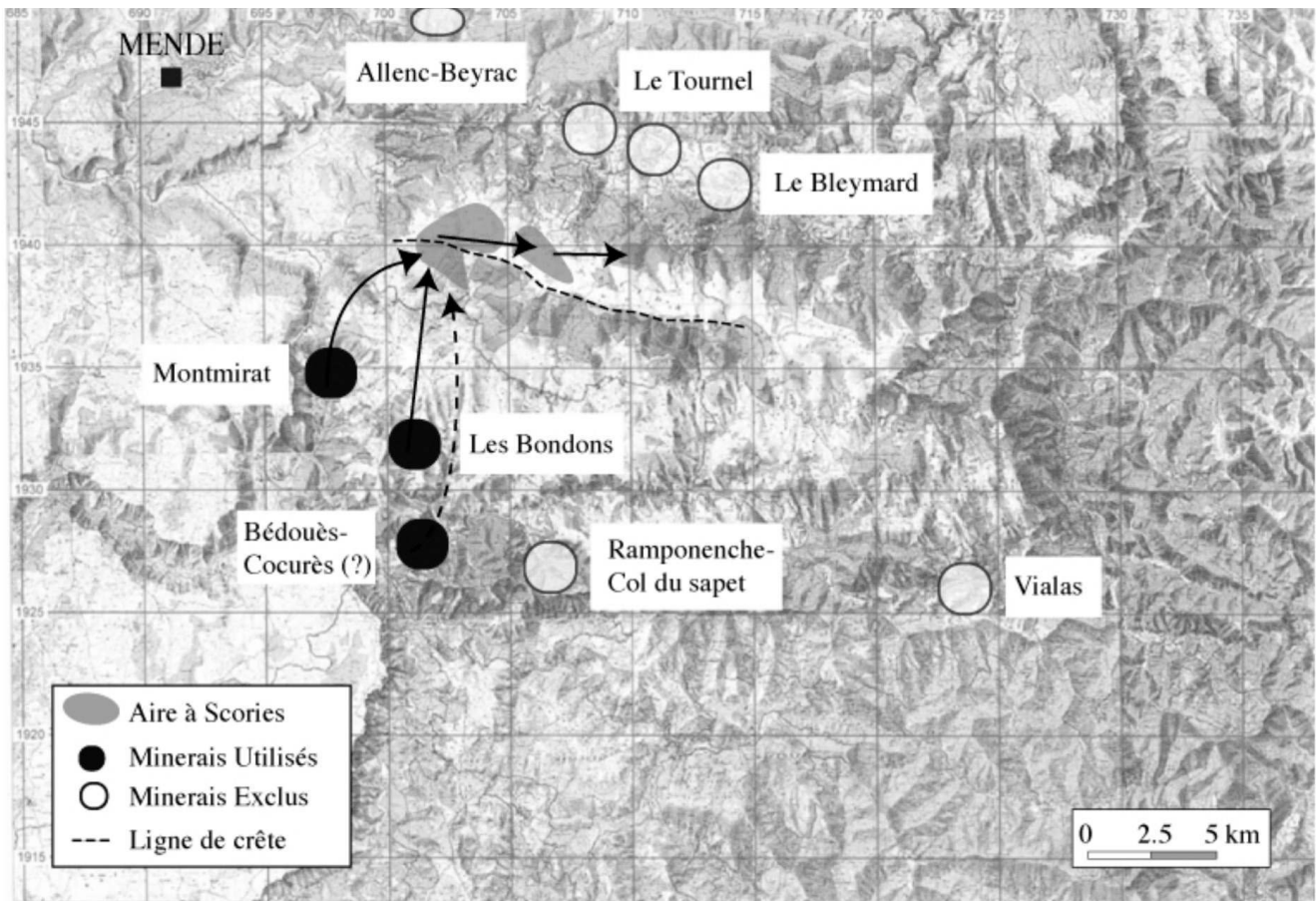


Figure 5 : Filiation des minerais sur le massif du Mont Lozère (modifié d'après Baron *et al.*, 2006a). a) Compositions isotopiques des scories et minerais du Mont Lozère. b) Carte schématique illustrant la répartition des secteurs minéralisés autour du domaine des ateliers.
 Figure 5 : Ore/slag filiations on the Mont Lozère (after Baron *et al.*, 2006a). a) Lead-isotopic data composition of ore and slag. b) This draft illustrates relationships of mineralized sectors with smelting area.

Seul le site 3 (rive nord des Narses Mortes) a été entièrement dégagé. L'étude du site 8, après plusieurs sondages positifs (présence d'un niveau à scories protégé par des colluvions), a commencé. Plusieurs sites ont été sondés et éliminés pour des fouilles car vraisemblablement trop érodés; le site 26 garde un certain intérêt (présence visible de deux structures rappelant, *a priori*, les « fours » du site 3, détection d'une fosse à scories concassées en bordure de ruisseau), mais la minceur de sa couverture laisse craindre un fort arasement. La prospection magnétique a montré que les scories de plomb ne sont pas suffisamment magnétiques, cependant des anomalies sur les sites 35 et Crusinas 2 mériteraient au moins d'être sondées (avec possibilités de fours en partie conservés). Les sites du groupe « Crusinas », tout à l'est, pourraient être ceux mentionnés par de Gensanne, (Chap. IV (1775-1779), cf. publication de J. Peytavin, 2001). Les observations sur les sites installés sur des pentes, que ce soit en bas de pente ou plus haut, conduisent à penser que les ateliers proprement dits étaient établis sur des petites plates-formes en amont des épandages de scories, mais n'ont pas résisté à l'érosion.

Le site 3 a livré deux structures en U, peut-être trois, dont la communauté scientifique (réunions SAFEMM⁵, séminaires, colloque de Florac 2006, etc.) accepte notre interprétation comme bases ou fondations de fours (association avec les scories, morphologie) et ceci malgré l'absence de traces nettes de chauffe. Pour l'instant ce serait les meilleurs vestiges connus (photographies et plans *in* Bailly-Maître, ce volume).

Les autres arguments pour guider la reconstitution (Ploquin *et alii*, 2007) de ces fours sont ténus :

- peu de restes de paroi argilo-sableuse plus ou moins scoriacée alors que les morceaux de granite montrant des traces de fusion et/ou de scories collées sont plus fréquents; nous en déduisons que le revêtement argileux est limité à la base du four (nécessaire étanchéité au plomb liquide soulignée dans les textes anciens) alors qu'une partie supérieure est faite de blocs de granite non revêtus,
- la quantité de blocs de granite « entassés » sur ou à proximité de la structure,
- quelques scories moulant une bordure de bassin, éventuellement avec débordement; le diamètre de ce bassin serait de l'ordre de 15 à 40 cm, mais il n'est pas possible d'affirmer si un tel bassin est interne ou externe,
- un spécimen de paroi argilo-sableuse évoque une entrée d'air ou un événement,

– aucune trace de ventilation forcée. L'ouverture du U pourrait représenter une canalisation du vent (ce qui impliquerait un fonctionnement fortement dépendant des conditions éoliennes)... à moins que ce soit la fondation d'un plan incliné, (cf. certaines illustrations *in* Agricola),

– un fait bien assuré est que ces fours ont fonctionné au charbon de hêtre.

Le début de fouille du site 8 n'a livré, pour l'instant, que quelques pierres (granite) assemblées par un mortier argilo-sableux mélangé à de la scorie concassée. Aucun argument pour affirmer qu'il s'agit de restes d'un four si ce n'est (?) la proximité d'un tas de scories.

Le niveau à scories, plus ou moins charbonneux, est séparé des arènes sous-jacentes, dans la partie nord-ouest de la zone fouillée, par un niveau (1-5 cm) riche en matériel végétal (écorces, feuilles, fibres de bois, etc.), un bois plat (planche?) a été prélevé en limite ouest de fouille. Ce niveau pourrait représenter une extension momentanée de la zone humide, à l'ouest, avant l'installation de l'atelier. L'arène sous-jacente est hétérogène avec des lentilles et chenaux d'arène plus grossière. Sauf dans les parties nord et ouest, le niveau à scories est scellé par un niveau (1-5 cm), qualifié de cendreux, qui moule les irrégularités du niveau à scories, y compris certains blocs posés sur celui-ci alors que d'autres blocs et des colluvions pouvant contenir des scories sont au-dessus. La pédogenèse fait disparaître ce niveau « cendreux » lorsqu'il est trop près de la surface, notamment vers le nord de la fouille. La signification de cette strate n'est pas encore comprise.

Sur ces deux sites fouillés, comme sur tous les sites sondés ou simplement prospectés, la même typologie des scories a été constatée (étude pétrographique cf. Mahé-Le Carlier *et al.*, ce volume) :

- des scories noires, généralement à dominante vitreuse, avec des inclusions d'arène granitique ou de fragments de granite plus ou moins fondues et plus ou moins abondantes (lorsqu'elles sont abondantes et fondues, la scorie vire au rouge grenat). Les billes de plomb ne sont guère visibles qu'au microscope. Le plomb est surtout présent dans le verre. L'altération est très réduite. Ce faciès est le plus fréquent.
- des scories grises, généralement finement cristallisées, à patine blanche importante pour celles gisant en surface, à altération ocre lorsqu'elles sont enfouies. Les billes de plomb sont plus grosses, souvent millimétriques et atteignant parfois le centimètre; elles sont largement oxydées, carbonatées. Peu nombreuses, mais omniprésentes. Leur minéralogie est caractérisée par la présence de ganomalite (silicate de Ca et Pb).

5. SAFEMM : Société Archéologique Française pour l'Étude des Mines et Métallurgies, [<http://www.safemm.com>].

Un autre type a été repéré sur quelques sites (principalement sur le site 12, mais aussi 10, 37). Ces scories sont noires, mais plus ou moins cristallisées, généralement plates, mais surtout magnétiques et parfois rouillées à l'altération. La composition chimique de ces scories est marquée par un ajout d'un matériau ferreux (scories de fer, oxydes de fer, limaille?). De tels ajouts sont notés dans certains textes anciens (notamment Biringuccio, 1540) et ils contribuent à déplacer le soufre des sulfures; c'en serait la première manifestation reconnue.

Les teneurs en Ag sont en dessous du seuil de mesure (300 ppm), mais les quantités de Pb piégées dans les scories ainsi que les associations minéralogiques nous amènent à penser que le procédé mis en œuvre dépasse ce qui aurait suffi pour produire simplement du plomb et qu'il s'agit de privilégier le plomb argentifère.

Ajoutons qu'aucune trace de phase préliminaire de grillage ni de trace de coupellation n'ont été décelées. Lors d'essais de grillage effectués à Melle, nous avons constaté que la présence de silice, avec ou sans calcium, favorise le piégeage de plomb dans les scories de grillage, plomb qui sera perdu pour la phase de réduction. Ce serait donc le procédé « 3 » du schéma qui semble avoir été privilégié (fig. 6). Dans la

reconstitution du procédé il faut s'orienter vers un procédé sans grillage, ce qui est préconisé par Biringuccio dans le cas de « minerai pierreux » et peut être associé à un emplombage pour récupérer l'argent.

Il semble assez classique, au Moyen Âge que le plomb d'œuvre (fertile en Ag) soit traité ailleurs que dans ces ateliers de plein air.

Fours, essais de reconstitutions

Les essais de reconstitution n'ont pas pu être réalisés *in situ*, notamment pour bénéficier des conditions de ventilation naturelle : vent assez constant et de l'ordre de 5 m/s au moins. En effet, il est exclu de faire du feu en zone centrale du Parc. Ces essais ont été menés soit sur la plate-forme de Melle (79) (*in* thèse S. Baron, 2005), soit à Saint-Étienne-de-Valdonnez en juin 2006 (Ploquin *et al.*, 2007). Il a fallu faire appel à une soufflerie électrique pour pallier l'insuffisance ou l'irrégularité du vent et cette soufflerie s'est révélée trop ponctuelle (création d'un point chaud et de zones plus froides). Malgré tous leurs défauts, ces essais ont montré que la construction de la partie haute en pierres sèches, non jointoyées et sans revêtement interne est une possibilité crédible.

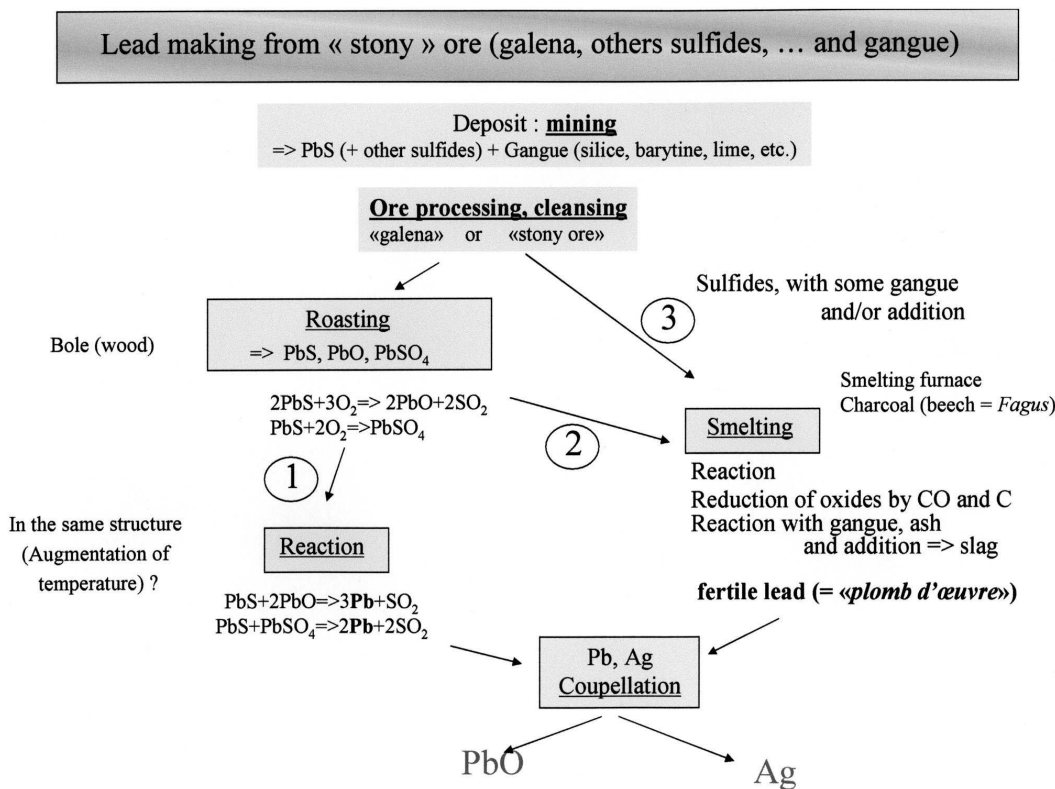


Figure 6 : Organigrammes du traitement de la galène (argentifère).
Figure 6 : This organization chart illustrates the treatment of silver-bearing galena.

En juin 2007, un autre type de four susceptible de laisser une trace au sol (le U) a été bâti sur un modèle présenté dans Agricola (foyer polonais, livre IX) ; ce foyer surélevé et sans cuve s'est révélé encore plus sensible aux sautes de vent : il faut peut-être réaliser un modèle mixte en s'inspirant davantage des propos de De Gensanne (1775-1779, chap. IV) sur un four qu'il aurait vu dans les Pyrénées (Arles-sur-Tech).

Une autre limitation aux reconstitutions est la quantité minimale de minerai utilisable.

Rappelons que les prélèvements (intrants, fumées à divers stades, produits) effectués lors des premiers essais, à Melle, ont permis de tester la validité du suivi du plomb *via* ses isotopes (Baron, 2005 et Baron, Le Carlier, ce volume).

Relations avec les charbonnières

Autant l'inventaire des sites à scories visibles doit être proche de l'exhaustivité (chaque année nous n'en découvrons maintenant que 1 à 4), autant celui des charbonnières visibles est en pleine expansion. Tous les radiocarbone effectués sur charbonnières sont globalement dans la même fourchette que ceux sur sites à scories (fig. 3). L'examen de la carte, dans les zones intensément prospectées, montre bien la relation avec les ateliers. Ce croisement des organisations des ateliers et des charbonnières dans un cadre altitudinal et géomorphologique défini, et avec des arguments palynologiques, a conduit à orienter nos réflexions vers une limitation de l'extension de la hêtraie, un partage de l'usage de la montagne qui exclurait le charbonnage et la métallurgie de la partie haute au profit d'activités pastorales. Quelques cabanes et enclos ont été repérés aux confins de ces deux domaines (Allée *et al.*, ce volume).

3. MÉTALLURGIE ET ENVIRONNEMENT

Les relations entre la métallurgie du Mont Lozère et l'environnement sont à considérer selon différents points de vue.

Le choix des emplacements des ateliers paraît répondre à plusieurs critères dont l'importance peut varier d'un site à l'autre. L'analyse de la répartition cartographique a montré que la position topographique a un lien avec l'exploitation de la hêtraie, mais aussi, *pro parte*, avec la proximité de la bande de circulation correspondant à la draille (Allée *et alii*, ce volume). Nous avons montré que le site 3 s'est installé en bordure de tourbière, lors d'une période d'assèchement (Bailly-Maitre, ce volume, fig. 13) ; la fouille du site 8 n'est pas encore assez avancée pour dire s'il en est de même.

Les essais de reconstitution de four, en tirage naturel, ont montré la nécessité d'un vent suffisamment constant. Il semble bien qu'un même emplacement, à quelques mètres ou decamètres près, ait servi plusieurs fois. La fouille du site 3 l'a établi, mais la forme de certains épandages de scories suggère la présence de plusieurs ateliers proches (ex. sites 10, 41). Les différences d'âges radiocarbone entre des charbons prélevés à différentes profondeurs dans des plates-formes de charbonnières indiqueraient un laps de temps, probablement discontinu, pouvant dépasser le siècle.

Lors du fonctionnement des ateliers. Les essais de reconstitution de fonctionnement de fours de production de plomb ont montré une forte émission de fumées avec un dépôt blanc sur les pierres du gueulard (sulfates et oxydes de Pb), ainsi qu'une importante perte de minerai qui saute hors du four par crépitements lors de la charge, même si cette perte pouvait être réduite en mouillant la poudre de minerai avant de la charger. De plus, les manutentions de minerai, de scories et autres déchets ont évidemment eu lieu et contribué à la formation du sol d'atelier. Les analyses de ces sols (sites 3 et 8) ont montré l'ampleur de cette pollution qui peut atteindre des valeurs tout à fait comparables à celles de friches industrielles actuelles, jusqu'à 20 % masse de Pb... mais sur une surface moindre !

Pendant ce temps, les besoins en combustibles, essentiellement le charbon de bois de hêtre, ont non seulement affecté directement la forêt, comme le suggèrent les diagrammes palynologiques, mais aussi le partage des parties hautes avec le pastoralisme. Les études palynologiques (Maria Pulido, 2006 et CD) ont montré que le pastoralisme était pratiqué tout au long de la période étudiée, certes avec des variations dans les enregistrements palynologiques. Il semble bien établi, historiquement, que, sur le Mont Lozère au xv^e siècle, l'élevage domine, au moins plus à l'est (Darnas *in* Chabrol, 2002) où la métallurgie du plomb n'a pas été décelée.

L'étude des charbons encore présents dans les vestiges de charbonnières apporteront des arguments pour comprendre la gestion de la forêt (calibres, essences associées, radiocarbone, ...) (Allée *et al.*, ce volume)⁶.

L'arrêt de la métallurgie sur le Mont Lozère a-t-il des causes historiques ou sociétales comme pouvait le laisser envisager l'apparente coïncidence entre les âges radiocarbone et le parage de 1308 ? les nouvelles datations franchissent cette

6. Paradis S., Paléométallurgie et forêt dans le massif central de l'âge du fer à la révolution industrielle. Analyses des stratégies d'alimentation en combustible pour des activités proto-industrielles, Géolab, Université de Limoges.

date. Ou bien faut-il attribuer cet arrêt à une péjoration des conditions climatiques? c'est plutôt l'humidité prégnante que le froid qui handicaperait le fonctionnement d'ateliers sur ces terrains. La discussion sera reprise dans la partie suivante, mais on peut déjà écarter l'hypothèse de l'épuisement des mines puisque nous savons que des exploitations dans ce même secteur se sont poursuivies (radiocarbone mine de Fleury, Laurent 2005).

La destruction des ateliers médiévaux n'a pas encore pu être calée chronologiquement; on ignore si elle a eu lieu sur un long laps de temps ou si elle a été rapide et proche ou non de l'arrêt du fonctionnement. Sur le site 3, nous avons vu que le troisième four a été construit sur des scories en relation avec le second, mais il n'est pas prouvé que celui-ci était déjà réduit à ses fondations. La dégradation de la végétation par la pollution issue du sol d'atelier a entraîné l'érosion destructrice du site, mais dans quel laps de temps? et avec quelle participation du bûcheronnage et charbonnage?

Actuellement, la majorité des sites visibles le sont parce que la végétation est très appauvrie sur les épandages. Sur ces terrains siliceux, à la différence des terrains calcaires, il n'y aurait pas de plantes réellement métallophiles, mais des plantes opportunistes qui occupent le terrain laissé libre : graminées, rumex, bryophytes et lichens; sur ces emplacements, les reboisements des années 1960 montrent souvent des lacunes de reprise. Les analyses isotopiques du plomb et chimiques ont bien mis en évidence que les bouleaux, même si leurs racines bloquent une bonne part des métaux lourds, sont contaminés non seulement sur et en aval de l'épandage (ruissellement ancien à actuel), mais aussi à l'écart du site (120 m dans le cas étudié), ce qui ne peut être que la conséquence des retombées des fumées contemporaines de l'atelier, et de leur piégeage dans le sol, le piégeage en tourbière constituant ainsi une « archive » (Baron 2005, Baron *et al.*, 2006b, 2007).

Dans le cadre de la surveillance sanitaire de la faune du PNC, les animaux accidentés sont autopsiés et un certain nombre de rapaces et un oiseau pêcheur ont montré une forte teneur en plomb. Un groupe de travail a été constitué (F. Monna responsable), associant, outre le PCR, géochimistes, vétérinaires et écotoxicologues⁷. Avec le Conseil Supérieur de la Pêche, des lots d'une vingtaine de truites ont

été prélevés en divers points en aval de mines ou sites métallurgiques « récents » (Bleymard, Vialas, Ramponenche), ou de bassins versants de secteurs « anciennement » exploités. Ces truites ont fait l'objet de mesures biométriques et des analyses chimiques et isotopiques du plomb effectuées sur des foies. Ces compositions sont en très bonne concordance avec les minéralisations ou usines situées en amont. Notons aussi que ce sont les activités « récentes » qui sont les plus polluantes, et de très loin (fig. 7 et 8). Des dosages de métaux lourds sur chairs ont montré que le rôle de filtre du foie est efficace. Ces rapports ont été rendus au PNC : « Contamination métallique de l'écosystème aquatique par l'héritage métallurgique ».

4. MINES, MÉTALLURGIE ET SOCIÉTÉ

Dans son mémoire de maîtrise Sarah Laurent (2005) a fait le point sur les données historiques susceptibles de concerner les mines (Laurent, ce volume). Les archives sont très rares et pauvres (Wiéniin, 1997).

Durant la période, x^e-xiv^e siècles, qui nous concerne, la suzeraineté sur tout ou partie du Gévaudan a constamment changé entre les Maisons de Toulouse et d'Aragon ou Barcelone, mais est aussi disputée entre les barons, le Prieuré d'Ispagnac, l'évêque de Mende et le roi de France. Bien que les minéralisations exploitées dans le secteur du Tournel (âges anciens inconnus) n'aient pas alimenté les ateliers du Mont Lozère, il faut noter que le baron du Tournel avait, comme le Prieuré d'Ispagnac, des possessions sur le terri-

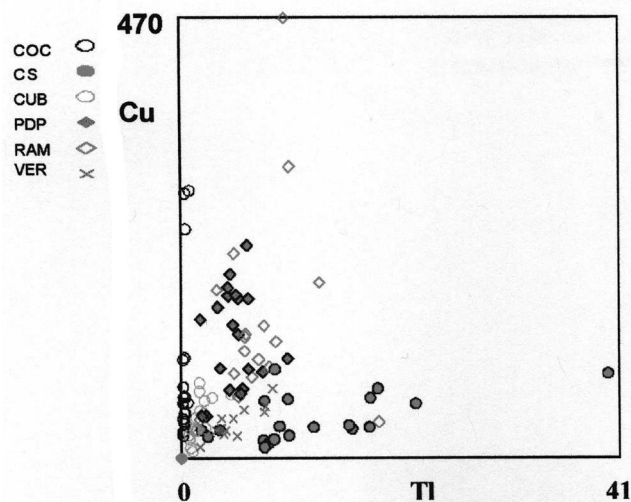


Figure 7 : Exemple de signature chimique des foies de truites.
Figure 7 : Example for chemical impact on trout-liver, Cu versus Tl in ppm.

7. Paul Alibert (biogéosciences), Sandrine Baron (géochimie, isotopie), Céline Biville (géochimie, M2), Olivier Bruguier (géochimie, isotopie), Florence Buronfosse (écotoxicologie), Fabrice Monna (géochimie), Alain Ploquin (géologie, géochimie, pétrographie, paléoméallurgie), Paul Revelli (vétérinaire), Céline Thomas (biogéosciences, M2).

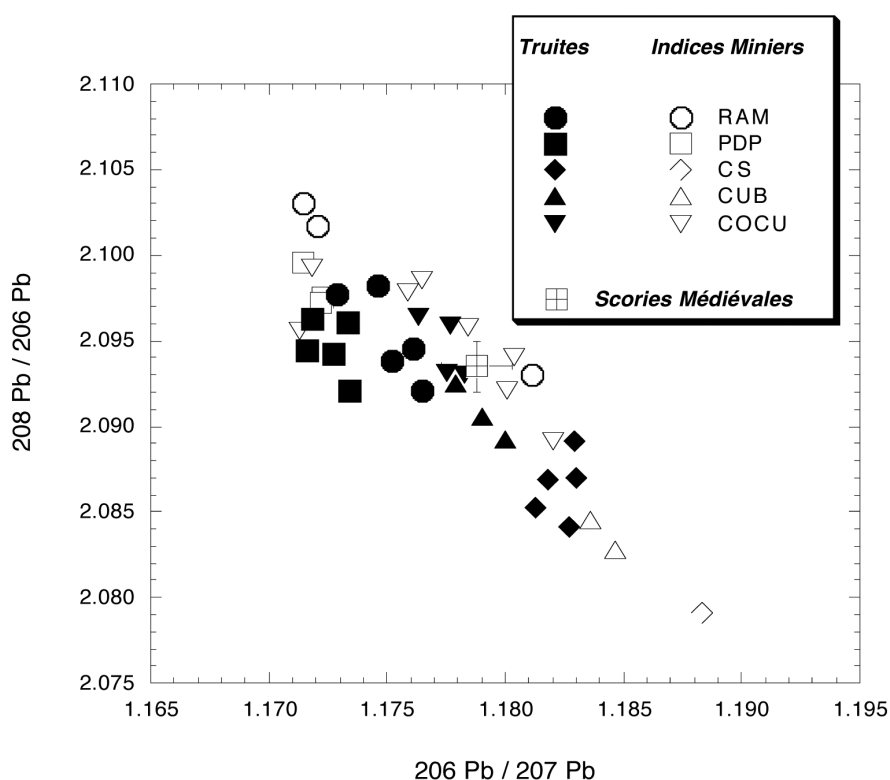


Figure 8 : Données isotopiques sur les foies de truites (rapport Alibert *et al.*, 2007) comparées à celles des minéralisations des bassins versants correspondants (S. Baron, 2005).

Figure 8 : Isotopic data on trout-liver (Alibert *et al.*, 2007) compared to those of ore from the corresponding drainage basin (Baron, 2005).

toire de Saint-Étienne-du-Valdonnez. Le rôle des mines et de la métallurgie Pb-Ag dans ces luttes n'est pas clair, mais il semble bien attesté que l'exploitation des mines a survécu à celle des ateliers du Mont Lozère.

Un inventaire toponymique du territoire concerné est poursuivi par P. Brouillet, avec une première publication (2002).

L'image donnée par les radiocarbone (fig. 3) ne reflète que l'état actuel des analyses ; jusqu'à l'arrivée du dernier lot, il semblait que l'activité n'empiétait que peu sur le ^{xiv} siècle et ne paraissait pas dépasser les actes de paréage (1298 avec le Prieuré d'Ispagnac, annulé en 1305, et 1307 avec l'évêque de Mende) et maintenant nous atteignons le milieu du ^{xiv} siècle, voire le tout début du ^{xv} siècle si l'on englobe les marges d'erreur maximales. La limite du début n'a pas varié, tout début ^{xi} siècle ou même fin ^x siècle si l'on intègre une charbonnière et les marges d'erreur. Cette charbonnière fait partie du groupe le plus à l'est, et est relativement à l'écart des autres. Remarquons que l'essentiel des radiocarbone sur ateliers sont centrés sur la seconde moitié du ^{xi} siècle, alors que l'essentiel de ceux des charbonnières sont étalés sur tout le ^{xiii} siècle. Remarquons aussi que, dans une même charbonnière, il peut y avoir plus d'un siècle entre les prélèvements profonds et les plus superficiels. Ce tableau montre qu'il est nécessaire de poursuivre l'effort sur les radiocarbone, en mettant l'accent sur des prélèvements

susceptibles de marquer au mieux les débuts ou fins d'activités ainsi que sur les éventuelles discontinuités.

Il semble que la croisade des albigeois, première moitié du ^{xiii} siècle, n'ait pas beaucoup affecté cette partie du Gévaudan (Chabrol, 2002). En revanche, le ^{xiv} siècle est très marqué par la peste⁸ et les retombées de la Guerre de Cent Ans⁹.

Par ailleurs, il faut remarquer la coïncidence du laps de temps de cette métallurgie médiévale avec l'Optimum Climatique Médiéval. Des épisodes rigoureux (pluie, froid, avec famines) sont signalés dans les deux premières décennies du ^{xiv} siècle puis, surtout, à partir du milieu de ce siècle (E. Le Roy Ladurie, 2007 ou HHCC vol.1 2004-2006 ; C. Pfister 2001 ; minium de Wolf...). C'est l'Hyper Petit Âge Glaciaire Initial ; mais celui-ci n'a pas été documenté en Lozère. Peut-être que l'examen de l'évolution des cernes des charbons de bois, parmi les plus tardifs, ainsi que des archives pourraient apporter des arguments. Ces considérations nous amènent à proposer une « correction » à la courbe de croissance de la tourbière des Narses Mortes (fig. 9).

8. On recense, au début du ^{xiv} siècle 13370 feux en Gévaudan, mais en 1364 il n'en reste que 4610 (Chabrol, 2002).

9. 1360-1390, des « mercenaires » après le traité de Bretigny sévissent dans la région ; 1363 : sac de Florac ; les « capitaines anglais » occupent des places (Chabrol, 2002).

5. UNE MÉTALLURGIE GABALE ?

L'étude de la carotte extraite de la tourbière des Narses Mortes (Baron, 2005 ; Baron *et al.*, 2005) a révélé une forte anomalie dont les caractères chimiques et isotopiques (Pb) nous ont permis de proposer une origine métallurgique semblable à l'activité médiévale : il a fallu l'avis des palynologues, puis des radiocarbone pour affirmer que cette anomalie « profonde », la plus intense, n'était pas l'anomalie médiévale, mais Latène. Rappelons qu'aucun indice archéologique local ne vient, pour l'instant, corroborer ce fait, et pourtant l'intensité de ce signal évoque une activité « proche », sans préciser de distance.

La montée brutale de la base du signal, le fait que de la tourbe « non anormale » existe entre le protolithé et la montée du signal, ainsi que la cohérence entre les divers élé-

ments chimiques associés, incitent les géochimistes à penser qu'il s'agit bien d'un signal enregistré, et non d'une anomalie secondaire due à la circulation d'eau polluée par l'activité médiévale ; et ceci sans même tenir compte de la position du lieu de prélèvement à l'écart des sites 3 et 72, les seuls repérés dans ce bassin versant. En revanche, la moitié supérieure du signal peut mener à deux interprétations. Sa diminution d'intensité peut résulter d'une décroissance des apports, que l'on peut assimiler en première approximation à une diminution des activités métallurgiques proches. Ou bien il s'agit d'un seul site, très proche et dont les eaux polluées se déversent vers l'emplacement du carottage ; la partie supérieure du signal représenterait alors le « relargage » du site sur deux à trois siècles, l'atelier ayant arrêté son activité vers 50 BC. Ni la prospection de surface, au voisinage, ni la prospection à la tarière pédologique, en bordure de tourbière, n'ont livré

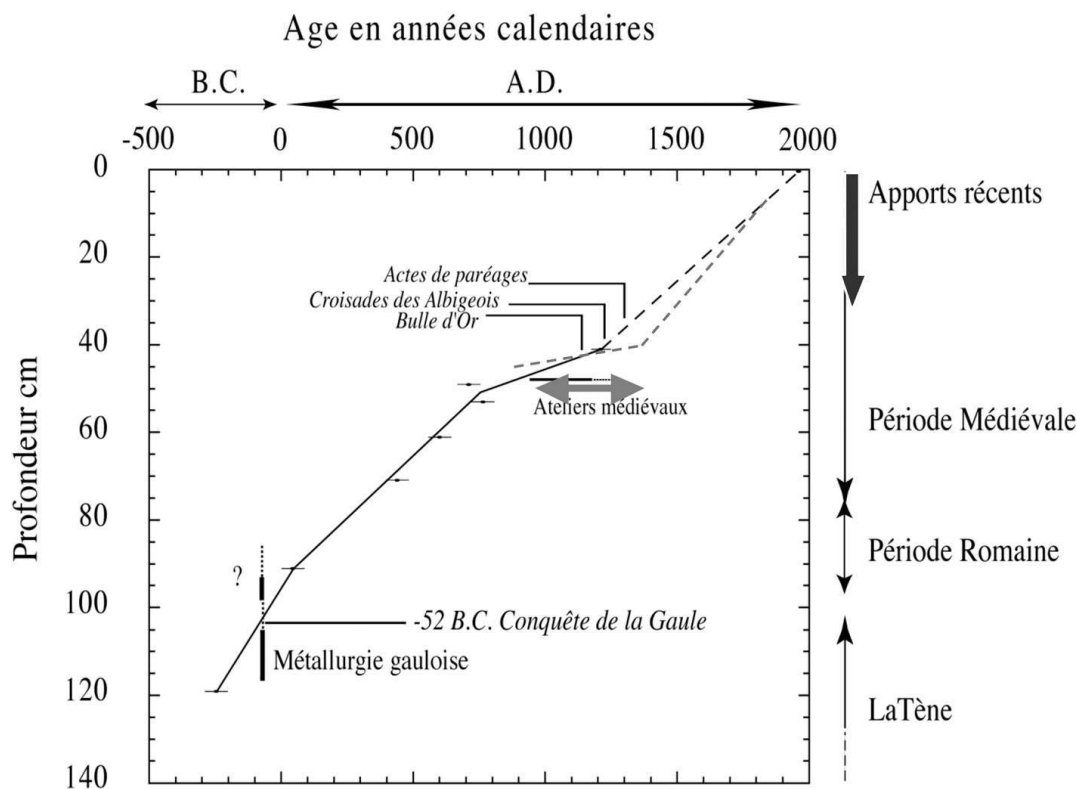


Figure 9 : Figure représentant la courbe de croissance de la tourbière des Narses Mortes (X = radiocarbone calibrés, Y = profondeurs). La métallurgie gabale est positionnée d'après l'anomalie en métaux lourds et la métallurgie médiévale repositionnée, en rouge, d'après les radiocarbone sur sites et charbonnières. Une correction de la courbe de croissance est suggérée pour mieux tenir compte des informations climatiques. La flèche brune, à droite, symbolise la pollution atmosphérique récente *per descensum*.

Figure 9 : This draft represents the curve of growth of peat in the Narses Mortes bog (X = calibrated ^{14}C ages ; Y = depths, in cm). The Gabale metallurgy (black bar) is plotted after the heavy metals anomaly ; the medieval one is repositioned (red bar) according to calibrated ^{14}C ages. A correction to the curve is proposed (red pecked line) to take better account of climatic information. The brown arrow, on right side, symbolizes the recent (i.e. industrial) air pollution *per descensum*.

le moindre indice de sol d'atelier ou de scories. Et pourtant c'est cette dernière hypothèse que le géochimiste privilégierait (relations entre les éléments légèrement différentes entre les deux parties du signal enregistré). Reste donc la solution d'un site, ou de ce qu'il en subsiste, entièrement caché par la croissance de la tourbière... comment le retrouver sans nuire à la tourbière?

La palynologie participe à la crédibilité de ce signal chimique, et à sa seconde interprétation, en mettant en évidence une décroissance du hêtre, lors de la première partie du signal chimique (activité), et une remontée lors de la seconde (relargage).

Une autre étude mérite d'être signalée, même si son impact, pour notre problème « gabale », est bien moindre. Dans son mémoire de maîtrise « L'argent et les Gaulois » (2002, Lyon III) E. Molière présente un inventaire des trouvailles d'objets en argent de l'Âge du Fer et, si l'on élimine les points situés sur les grands axes, tels que le delta du Rhône, la zone Saône-Seine, sa carte révèle une bonne proximité entre les zones importantes de découvertes d'objets en argent et les zones minéralisées en argent... mais rien près des Vosges où ces minéralisations ne semblent pas avoir été exploitées pendant la Protohistoire et l'Antiquité.

Rappelons également la découverte d'un réseau gallo-romain à Neyrac (proche du Mazel-Bleymard), mais qu'aucune trace d'atelier métallurgique n'a été signalée.

6. COMPARAISONS AVEC D'AUTRES DISTRICTS PB-AG

Le signal métallurgique ancien nous a incité à rechercher des indications de métallurgie du plomb « proches », à l'échelle régionale. Grâce aux informations fournies par C. Domergue et R. Gourdiolles, plusieurs d'entre nous ont pu visiter la Haute vallée de l'Orb en 2003 (Mont Folat, Lascours, Ceilhes...). Très peu de scories antiques sont encore visibles, elles ne ressemblent guère à celles du Mont Lozère. De Gensanne, dans son inventaire du Languedoc (1775-1779), décrit ce qui pourrait être des scories « à patine blanche » et leurs billes de plomb dans la région d'Aubenas, mais une première prospection (S. Laurent et J. Girard) n'a rien donné.

L'examen pétrographique de quelques scories médiévales provenant de Montaigu-Houcade (Girard *et al.* ce volume) et de Melle, a montré une certaine ressemblance avec celles de Lozère.

La lecture de publications anglaises disponibles (notamment les actes « Boles and Smelting Seminar », HMS, 1992), conduit à penser que la dualité typologique des

scories de production du plomb a une certaine généralité dans cette métallurgie du plomb pré-hydraulique, mais avec des variantes; malheureusement, les descriptions pétrographiques et chimiques sont trop succinctes. D'autre part, une forte proportion de ces auteurs estime que, l'un de ces deux types de scories correspond à un recyclage, après plusieurs siècles, de l'autre type; cette interprétation n'est pas adaptable au Mont Lozère.

Il semble également qu'en Europe occidentale cette métallurgie « de montagne » ait décliné au début du XIV^e siècle pour, si les conditions le permettaient, se reconstruire là où l'énergie hydraulique était possible; le débat est ouvert.

Remerciements

Tous ces travaux n'auraient pas été possibles sans les autorisations et les aides du Parc National des Cévennes, du SRA-Languedoc-Roussillon et des communes ni les financements de l'ADEME et de la Région Languedoc-Roussillon (thèse S. Baron), du ministère des Affaires Étrangères (thèse M. Pulido), de la Région Limousin (thèse S. Paradis). Les travaux « de labo » ont été réalisés au CRPG, Vandœuvre-lès-Nancy, à l'IMEP, CNRS-université d'Aix en Provence-Marseille, et au Géolab, CNRS-université de Limoges. L'association GEMA, présidée par Flavien Perazza, a assuré le portage administratif et le recrutement de la majorité des bénévoles « fouilleurs » ou « coureurs de garenne »; un groupe de bénévoles issus des sociétés savantes de Mende (essentiellement le CERL présidé par Benjamin Bardy) et animé par J. Peytavin, nous a apporté leur connaissance du terrain et leur érudition.

Avec le risque de commettre des oublis, nous tenons tout particulièrement à exprimer notre gratitude à Capucine Crosnier, Claude Feybesse et ses adjoints, Jean Peytavin et son groupe (Gavalda, Brouillet, Poussy...), Jean-Pierre Malafosse, Christian Rousset, Samy Jendoubi.

Bibliographie

- AGRICOLA, G., 1987. – *De Re Metallica*, 1560, trad. française de France-Lanord (A.), Thionville, Gérard Klopp éditeur, 510 p.
- BAILLY-MAÎTRE, M.-CH., 2002. – *L'argent, du minerai au pouvoir dans la France médiévale*, Paris, Picard.
- BIRINGUCCIO, V., 1556. – *La Pirotechnia*, Venise, 1540 (trad. française de maître Jacques Vincent, Paris).
- BEHRINGER, W., LEHMANN, H et PFISTER, C., in VANDENHOECK (ed.), 2005. – *Kulturelle Konsequenzen der "Kleinen Eiszeit"*, Göttingen, p. 31-148.

- BOULADON, J., 1977.** – Les gisements de plomb – zinc- argent du Massif Central, *Bull. BRGM* 2, 11, p. 67-90.
- BRGM,** cartes géologiques 1/50000, Le Bleymard, Florac, Génolhac et Mende.
- CHABROL, J.-P. (dir.), 2002.** – *La Lozère de la Préhistoire à nos jours*, Saint-Jean-d'Angély, 429 p.
- DALLE, R., 1986.** – *Choses et gens de Gévaudan*, Paris, éd. Roudil, 196 p.
- FLUCK, P., 1992.** – « L'adaptation des travaux miniers aux structures géologiques. Exemples de gîtes en terrain cristallins », *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIII^e siècle*, Actes du 113^e Cong. nat. Soc. Savantes, Strasbourg 1988, Paris, éd. du CTHS, 1992.
- FUCHS, E., 1882.** – « Mines de la Lozère : extraits de Mémoire sur les gisements de plomb argentifère, de cuivre et de houille des environs de Meyrueis et Florac », *Bulletin de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences et Arts du Département de la Lozère*, t. XXXIII, Mende.
- GALLON, H., 1948.** – « Les mines métalliques en Lozère et étude historique, géologique et minière des mines du Bleymard », in *Aspects de la vie et du pays lozériens*, éd. Mutuelles du Gévaudan, Marvejols, p. 47-57.
- DE GENSANNE, 1775-1779.** – *Histoire Naturelle de la Province de Languedoc*, Montpellier, 5 vol., notamment t. 2, chap. IV « Diocèse de Mende ou Gévaudan ».
- LAFORÉT, C. et PULOU, R., G., 1989.** – *Inventaire minéralogique de la France n°14, (48) Lozère*, éditions du BRGM
- LE ROY LADURIE, E., 2005.** – « Peut-on écrire l'histoire du climat ? », *Ac. Sc. Morales et Politiques*.
- LE ROY LADURIE, E., 2007.** – *Histoire du climat depuis l'An Mil*, Paris, Flammarion, 287 p.
- MOREL, C. et BARDY, B., 1957.** – « Fouilles et recherches en Lozère. Campagne 1957 », *Bull. Soc. Let. Sc. Arts de la Lozère*, p. 3-29.
- PFISTER C., 2001.** – Klimawandel in der Geschichte Europas, in *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaft*, 12, n° 2, p. 7-43.
- PRASSL J.-A., 1997.** – « Exploitation antique dans le secteur minier du Bleymard (Lozère) », *Mines et métallurgies de la préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques*, *Archéologie en Languedoc*, Revue de la Fédération Archéologique de l'Hérault, 21, p. 217-224.
- WIÉNIN, M., 2005.** – « Les mines en Lozère, de la prospection à l'exploitation ou 150 ans de course au filon », *Bull. du CERLS de Mende*, n° 24, p. 50-61.

