

# L'apogée de la mouline : Castel-Minier au XVI<sup>e</sup> siècle

F. TEREYGEOL

LAPA-IRAMAT, NIMBE, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, CEA Saclay

## RÉSUMÉ

Les travaux archéologiques conduits sur le site de Castel-Minier (Ariège, France) depuis 2003 ont amené à la découverte d'une mouline. Cet appareil est connu par les textes mais il n'avait jamais été possible d'en fouiller un. Les campagnes de terrain ont clairement mis en évidence l'usage de l'eau pour actionner les soufflets du four et le marteau. L'ensemble a été abandonné entre 1550 et 1580, c'est-à-dire peu de temps avant l'avènement de la forge à la Catalane. La qualité de conservation des vestiges permet de proposer une restitution de l'ensemble.

Mots-clefs : Castel-Minier; mouline, soufflerie, marteau hydraulique, four de calcination.

## INTRODUCTION

Castel-Minier est une exploitation minière bien connue par les archives. Du XIII<sup>e</sup> siècle au XV<sup>e</sup> siècle, ce site des Pyrénées ariégeoises a été le lieu où l'ensemble des minerais exploités dans les vallées du Garbet et de l'Ars convergeait pour être transformé en argent, plomb et cuivre. Durant cette période, par opportunisme autant que par nécessité, les métallurgistes ont également produit du fer. Avec l'épuisement des différentes mines polymétalliques de la zone, ils ont été amenés à réduire leur activité à cette seule sidérurgie. (fig. 1)

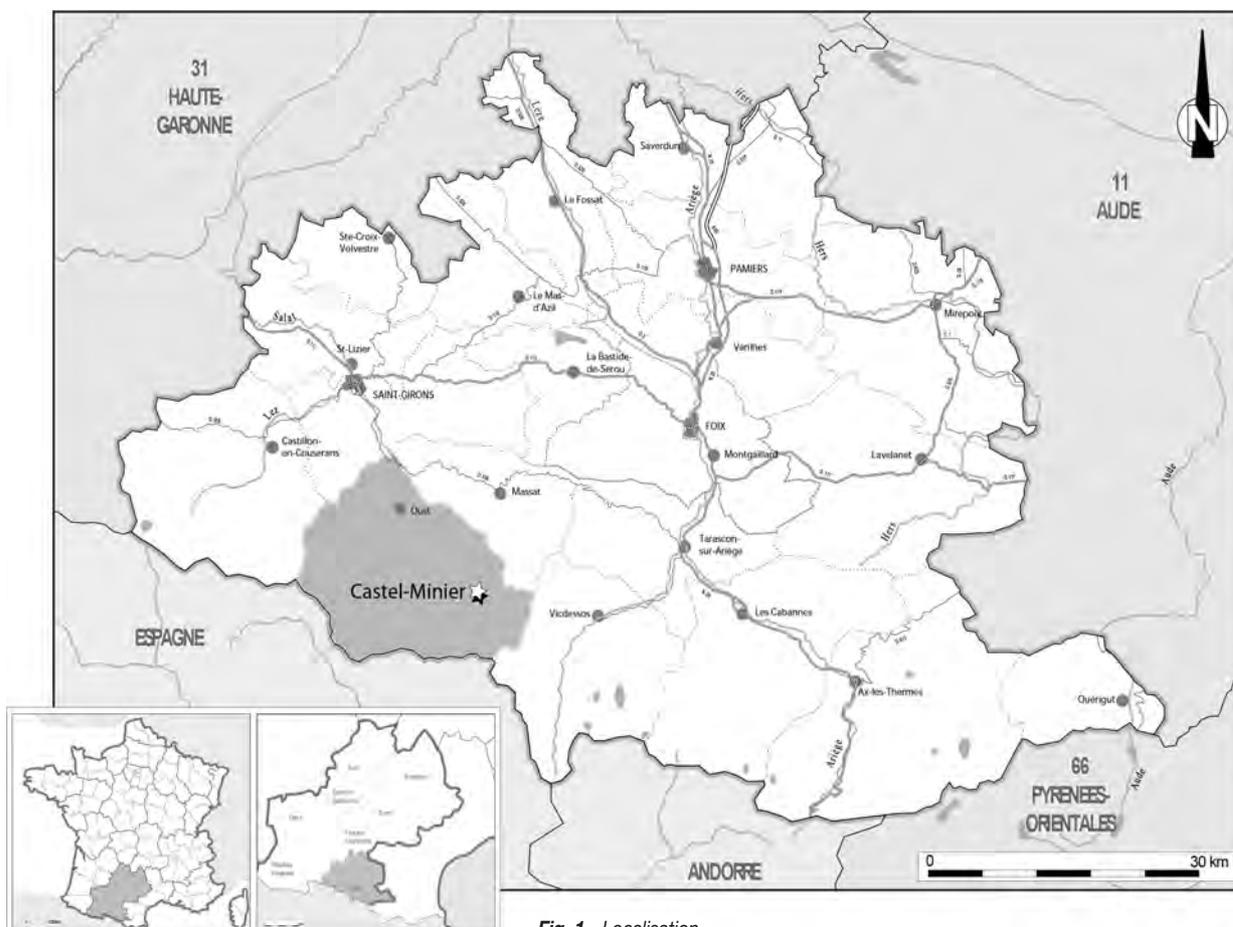


Fig. 1 - Localisation

Ainsi, l'histoire de ce site résolument tourné vers la production du métal blanc en rejoint deux autres. Il y a tout d'abord l'histoire sur le temps long des relations inter vallées entre la vicomté Couserans et la communauté de Sem dépendant du Comté de Foix, et ensuite le site de Castel-Minier qui éclaire également de façon exceptionnelle l'évolution des modes de production du fer conduisant ici d'une forge à bras à l'avènement, au développement puis l'abandon de la mouline. C'est cet appareil qui va être détaillé ici dans son dernier état de fonctionnement.

Les fouilles conduites durant la décennie 2000 ont permis pour la première fois de mettre au jour une mouline. Jusqu'à présent cet appareil était connu principalement au travers des archives. Nous avons alors qu'une vision idéale de la mouline construite à partir de la lecture fine des archives. La fouille archéologique offre un exemple de ce que fut la mouline dans un cas pratique, mais isolé, de production du fer dans une vallée dépourvue de cette ressource minérale et dont l'approvisionnement repose sur un système d'échange entre deux communautés séparées par une frontière politique comme géographique. Cette précaution liminaire est nécessaire et atteste du besoin de multiplier les exemples archéologiques.

L'appareil technique retrouvé à Castel-Minier, pour bien conservé qu'il soit n'est que le reflet des derniers instants de son usage faisant suite à plusieurs réfections et à des possibles évolutions techniques. La bonne conservation des bois du marteau ont permis une datation par dendrochronologie. L'appareil a été édifié avec des arbres abattus en 1549 fournissant un terminus ante quem précis. En croisant cette donnée avec la description du site rapportée par Jean de Malus en 1600, la date de 1580 peut être avancée comme moment de l'abandon définitif de l'activité sidérurgique à Castel-Minier (Malus, 1990). Le matériel archéologique mis au jour, céramique et verre, ne permet pas de mieux préciser ce moment. En revanche, une datation sur un clou issu du réservoir a permis de montrer que l'installation dans sa géométrie terminale est en place dès la seconde moitié du XV<sup>e</sup> siècle. Les archives éclairent le moment de l'installation de cette activité sur le site de Castel-Minier. En 1347-1348, un traité d'échange est passé entre Gaston comte de Foix, la communauté de Sem et le vicomte de Couserans (Verna, 2001 : 125). Cet accord entérine un échange de minerai de fer de Vicdessos (mine de Rancié) livré au Couserans contre le droit de charbonner dans les forêts de cette vicomté. Sur le terrain de Castel-Minier, l'existence précoce de structures de production du fer associées à l'usage du minerai de fer de Rancié atteste d'un système d'échange déjà effectif entre la fin du XIII<sup>e</sup> siècle et le premier quart du XIV<sup>e</sup> siècle. Les fouilles permettront sûrement d'affiner cette chronologie tout en retraçant l'avènement et le développement de la mouline qui s'inscrivent dans une chronologie ramassée.

## LA QUESTION DE L'EAU

La mouline au XVI<sup>e</sup> siècle est bien un système utilisant la force de l'eau pour permettre le bon fonctionnement des deux principaux appareils qui la constituent : le bas-foyer de réduction et le marteau (*fig. 2*). Si l'eau est largement disponible à proximité tout au long de l'année grâce au Garbet, torrent qui longe le site, elle n'est réellement utilisable que lors des périodes hors gel. Elle doit être canalisée pour une utilisation appropriée. L'implantation de la mouline sur le site même de Castel-Minier trouve ici une première bonne raison. Les hommes de l'argent ont dû pour leurs propres besoins aménager une dérivation dont la prise sur le Garbet se trouve à l'entrée du petit cirque d'Agnesserre situé à quelques 600 m en amont (*fig. 3*).

De la prise d'eau jusqu'au bassin, le dénivelé est de 64 m. La pente ainsi créée est importante, de l'ordre de 10 % donnant une trop grande vitesse à l'eau. Cette question a été résolue simplement avec l'édification d'un bassin tampon. Ce bassin repose sur une forte base en pierre de forme vaguement trapézoïdale. La mise au jour de sablières basses permet d'affirmer qu'une superstructure en bois servait de stockage à l'eau. Son emprise au sol équivaut à une cinquantaine de m<sup>2</sup>. En tenant compte des relevés altimétriques observés pour les sablières et estimé pour le canal d'aménée, une hauteur maximale de 2,5 m du bassin peut être avancée. La réserve d'eau ne pouvait ainsi guère excéder 125 m<sup>3</sup>. Cette eau alimentant la roue de la soufflerie ne doit pas venir à manquer. Or, ce bassin s'il n'est pas alimenté régulièrement se vide en moins d'une heure. Ce laps de temps est notoirement insuffisant pour conduire une réduction. Plus qu'une réserve, ce bassin est un espace tampon, visant à calmer l'eau avant qu'elle soit relâchée sur les roues hydrauliques. Un système similaire, bien que plus récent, a déjà été fouillé sur le site de Pampailly (Benoit, 1997).

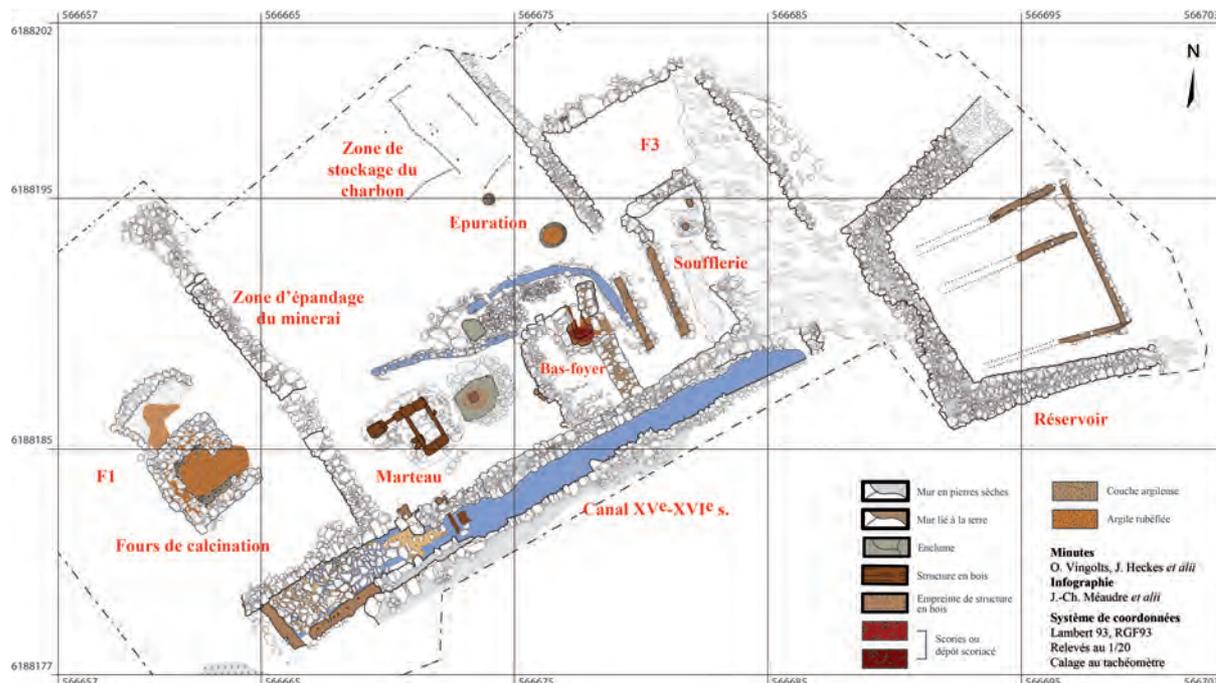


Fig. 2 - Plan d'ensemble de la mouline

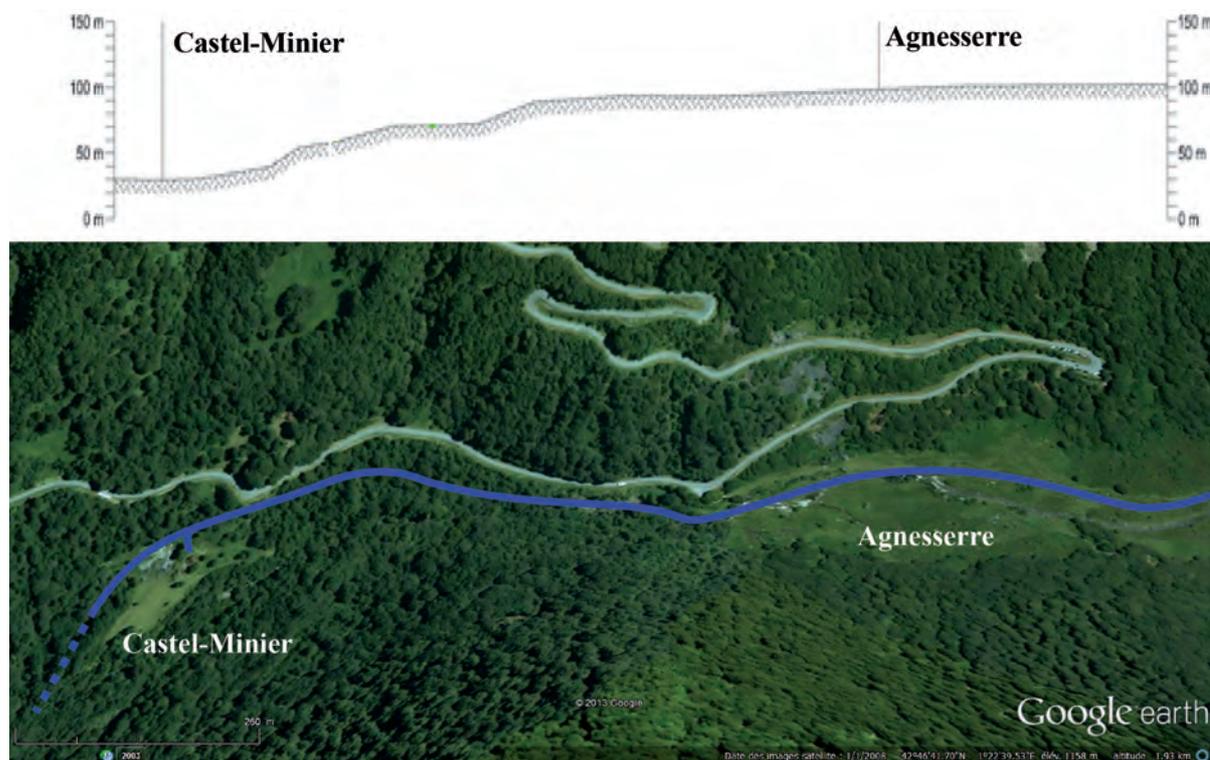


Fig. 3 - Bief d'Agnesserre

## LE FOUR DE CALCINATION

Si l'usage de la force hydraulique est indéniable sur ce site, la première opération ne nécessite nullement le recours à l'eau. Il s'agit de la calcination du minerai. Elle a pour objectif moins de transformer chimiquement le minerai que de le sécher et faciliter le fractionnement mécanique des plus gros morceaux en vue de leur introduction dans le bas-foyer de réduction. Cette calcination prend place dans un foyer ouvert ayant une faible élévation (*fig. 2*). Dans son dernier état de fonctionnement, il se compose d'une structure grossièrement appareillée sur trois côtés, le quatrième étant ouvert et regardant vers le nord-est. Des pierres en granit issus d'une structure métallurgique, probablement un bas-foyer de réduction, sont utilisées en réemplois. La sole se compose d'une succession de niveaux argilo sableux rubéfiés riches en minerai de fer. Une fois les pierres de construction retirées, il apparaît nettement que l'aire de combustion a fonctionné dans un état antérieur sans bâti particulier. L'aire rubéfiée couvre 9 m<sup>2</sup>. Un second foyer, antérieur au premier, se distingue légèrement plus au nord.

## LA SOUFFLERIE DU BAS-FOYER

La première machine actionnée par l'eau détournée du Garbet est la roue de la soufflerie. Cette soufflerie s'inscrit dans une pièce de 4,5 m par 6 m (*fig. 4a*). Le plus petit côté est parallèle au canal. L'espace n'est pas clairement défini, ni fermé. Notamment, il n'existe pas d'angle construit au nord-ouest et le fond de la salle de la soufflerie s'appuie contre le rocher dont la taille est évidente mais limitée. Le mur de séparation entre l'espace de la soufflerie et le four a fait l'objet d'une plus grande attention que les autres. Plusieurs phases de réfection apparaissent et une proportion inhabituelle de pierres de taille a été utilisée notamment pour sa partie nord, lui donnant un aspect très régulier malgré le changement d'orientation observable de part et d'autre l'ouverture des vents. Celle-ci est réalisée en sifflet de manière à réduire la largeur de l'ouverture dans le four. De la même façon, sa hauteur va se réduisant en suivant une légère courbe.

Les aménagements retrouvés de la soufflerie se résument deux sablières basses dotées de 8 mortaises. A partir de ces éléments, il est néanmoins possible de restituer la forme et le type de soufflerie utilisée puisqu'elle est réalisée à l'identique de ce que nous trouvons décrit dans le *De Re Metallica* (Agricola, 1556). Au sol, les dimensions du bâti sont très semblables. Il en va de même pour l'élévation supposée du bâti. Elle peut être appréciée *a minima* grâce à la hauteur conservée du mur des vents et du mur du fond de la soufflerie. La droite qui passe par le sommet de ces deux murs à une pente de 10,8° en direction du four. Il est alors très simple de définir une hauteur sous toiture à l'aplomb de chaque sablière correspondant à la hauteur des poteaux. Ainsi la hauteur minimale des poteaux de la sablière basse avant serait de 1,3 m. Elle serait de 1,6 m pour les poteaux de la sablière arrière. Dans la description d'Agricola, ce dernier poteau mesure 1,54 m de haut. La hauteur du bâti s'inscrit correctement dans le volume tel que nous pouvons le restituer à l'aide des éléments encore en élévation.

Nous sommes bien face à un système de soufflerie tel qu'a pu le décrire Agricola. L'universalité du système semble acquise puisqu'Agricola traite principalement d'usines construites dans les Monts Métallifères de Saxe. Il faut mieux s'arrêter sur les différences :

- le bâti du soufflet est posé au double de la distance au four préconisée par Agricola. Ce point est l'élément dissonant le plus évident de l'ensemble. Il pourrait s'expliquer par les températures supérieures atteintes dans le four de réduction du minerai de fer. Mais le recul de la soufflerie entraîne une perte de la force de l'air qu'il faudra quantifier pour mieux l'apprécier.
- A l'instar des poteaux arrière, les petites poutres de soutien prenant place dans la sablière avant semblent directement évidées alors que, dans le bâti décrit par Agricola, seule une encoche est faite et le poteau se fiche totalement dans la sablière.
- les mesures ne sont pas strictement identiques à celles données par Agricola mais la variabilité s'inscrit dans une fourchette de + / - 15 %.

Somme toute, ces différences sont mineures. Le système de double soufflets qui équipe cette mouline s'inscrit dans le système de ventilation qu'Agricola pose au livre IX pour équiper sa fonderie idéale. Au XVI<sup>e</sup> siècle, le système de ventilation de la mouline est loin d'être obsolète puisqu'il rivalise avec les systèmes d'Europe centrale que l'on place alors au sommet de la technologie disponible. Cette similitude est-elle à mettre au compte de l'industrie argentifère s'étant développée sur le site ? Rien ne le prouve.

De la roue et de son axe qui actionnent les soufflets par un jeu de cames, nous ne savons rien hormis que l'axe passe nécessairement à un minimum de 50 cm au-dessus du sol de la forge, altitude correspondant à la hauteur conservée du mur séparant la soufflerie du canal. Ce niveau permet de proposer un rayon de roue maximum de 1 m (la roue se trouve alors quelque 20 cm au-dessus du fond du canal).

Enfin, information que ne donnait pas Agricola, un système de drainage a été aménagé dans le sol de la soufflerie. Il s'agit d'un caniveau dallé permettant la récupération et l'évacuation des eaux amenées fatalement par la présence de ce système. Il a pour objectif de limiter les infiltrations dans le massif ou est érigé le bas-foyer de réduction.

## LE BAS-FOYER DE REDUCTION

La soufflerie est séparée de du bas-foyer de réduction par le mur solidement établi (fig. 4b). Lors de sa découverte, les niveaux archéologiques en place se sont trouvés directement sous la terre végétale et le colluvionnement récent. Il semble que l'élévation que nous avons retrouvée soit proche de l'état initial. Le bas-foyer est inscrit dans un massif rapporté qui s'appuie contre le mur de la soufflerie et vient

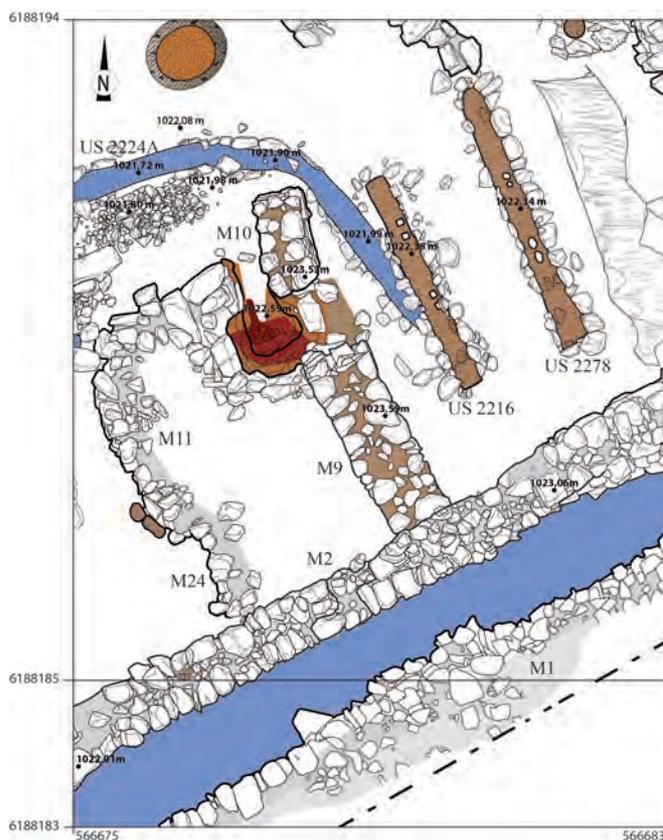


Fig. 4a - La soufflerie et le bas-foyer

mourir contre le mur du canal. Ce bas-foyer se présente en plan comme un four en trou de serrure (fig. 4a). Une sorte d'alandier de forme trapézoïdale donne un accès horizontal à la base de la structure. Ce couloir d'accès est long de 70 cm. Il est large à l'entrée de 60 cm et se resserre pour ne plus faire que 35 cm à l'entrée du creuset. Il est bordé par deux pieds droits : à l'est un mur conservé sur 1.2 m de hauteur et à l'ouest par un second pied droit de 40 cm de haut lié au massif dans lequel s'inscrit toute la structure. La cuve du bas-foyer est globalement circulaire. C'est un tronc de cône renversé dont le diamètre à la base n'excède pas 20 cm alors que, dans la partie supérieure, il est compris entre 80 cm dans l'axe des événements et 1 m dans l'axe de l'alandier. Le creuset est assez bien marqué, il en part une sorte de canal de coulée d'une vingtaine de centimètres de large pour 5 à 6 cm de profondeur. Ce canal est long d'une soixantaine de centimètres. Les traces de réduction sont bien visibles dans la cuve. De la scorie adhère encore à la paroi et permet de définir la zone de formation de ce déchet et, par la même, l'emplacement de la loupe.

## LE MARTEAU

Le marteau hydraulique est séparé en trois ensembles distincts : la roue, la soucherie (ou fondation du marteau) et l'enclume. La fouille du canal a permis de mettre au jour un élément de la structure en bois soutenant la roue. Il s'agit d'une petite poutre posée à même le sol du canal et présentant à ces deux extrémités une mortaise alors que la partie centrale de la poutre est sur creusée sur 60 cm de long dans toute sa largeur.

Cet évidement et l'emplacement des mortaises par rapport à lui donnent une largeur possible de la roue de 50 cm. La roue entraîne un axe reposant sur deux poteaux de soutènement dans la zone de la forge (fig. 5). Le poteau lié à la soucherie a une section carré de 40 cm. Il a été reconnu sur 1 m de profondeur. Le second a une section carré de 50 cm. Le bois apparaît à 80 cm sous le niveau de travail. Les négatifs lisibles dans les 80 premiers centimètres indiquent une pièce composite : un poteau majeur et trois planches de calage. Surtout, ce poteau présente un pendage de 70° dans le sens de la

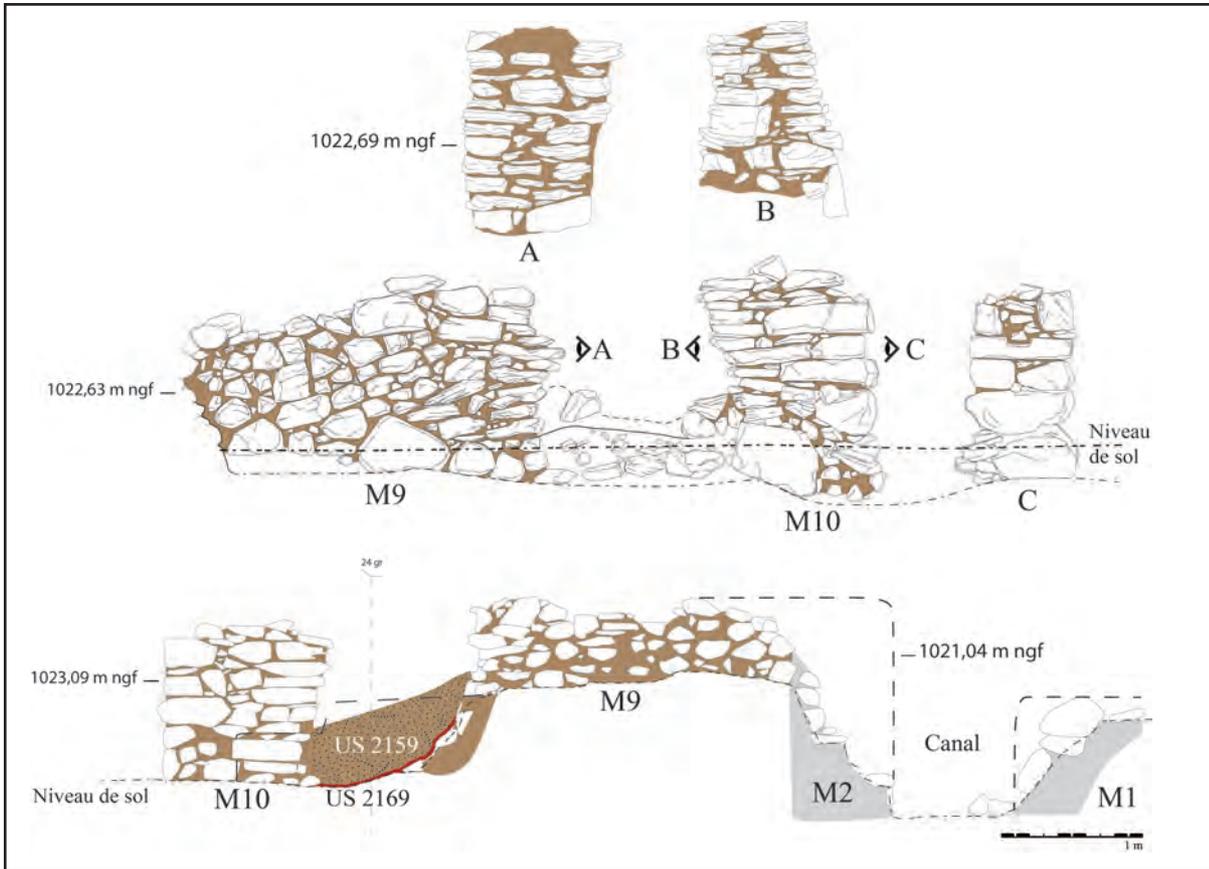


Fig. 4b - Le mur de séparation entre la soufflerie et le bas-foyer

pente naturelle du terrain. Ce poteau est lié à la structure par un faux-entrait. Ce système de fixation a déjà été reconnu dans des établissements sidérurgiques de la région (Codina et al., 2001).

Sur ce système de calage repose l'axe de la roue qui est équipée d'un jeu de cames permettant le transfert de la force à l'axe du marteau. Le bras du marteau est soutenu par les éléments de la soucherie dont les parties conservées se composent de 4 poteaux verticaux de 40 cm de section et deux pièces de bois les liant deux à deux. L'ensemble est posé dans une fosse dont le comblement est constitué de gros blocs. Les interstices ont été colmatés volontairement à l'aide de d'esquilles de bois, de déchets de fer et de scories. L'eau ayant circulé ultérieurement sur la zone a très fortement cimenté le tout.

La soucherie définit un cadre en bois de 2,1 m de long pour 1,20 m de côté. A l'extrémité du bras du marteau se trouvait la partie métallique venant heurter les pièces sur l'enclume. Nous avons mis au jour là encore le système de fondation de l'enclume. La fosse de fondation de l'enclume est coalescente avec celle de la soucherie mais le système de calage est nettement différent. Aucun remplissage interstitiel volontaire n'a été effectué lors de la mise en place de ces blocs.

On note au nord un blocage à l'aide de pierres décimétriques alors qu'au sud et à l'est, un blocage de petites pierres a été privilégié. Dans la partie ouest, en contact avec la soucherie, la pierre de fondation de l'enclume s'appuie contre le blocage du marteau. La base de l'enclume s'est révélée être un bloc monolithique en granit de 1,4 m par 1,6 m avec une épaisseur observée de 40 cm (soit une masse approximative minimale de 2,7 t). Le bloc présente une encoche de 35 cm de côté pour 16 cm de profondeur où venait se loger l'enclume métallique. La raison d'un calage d'une enclume à l'aide d'un seul bloc pose question. En effet, la force des coups de marteau n'est que très médiocrement absorbée par la pierre. Le renvoi élastique doit être puissant rendant délicat le travail. Il est certain que la pierre a mal résisté aux martelages. Elle est actuellement fractionnée en trois morceaux principaux. Il est évident que le trou de l'enclume a été creusé après la mise en place du bloc.

Ce type de fondation est connu dans la littérature se rapportant à la forge catalane (Tomas i Morera, 1995). Sur le plan archéologique, un seul exemple semble clairement identifié : il s'agit de celui de la farga Rossell en Andorre (Codina et al, 2001).



Fig. 5 - La soucherie du marteau hydraulique

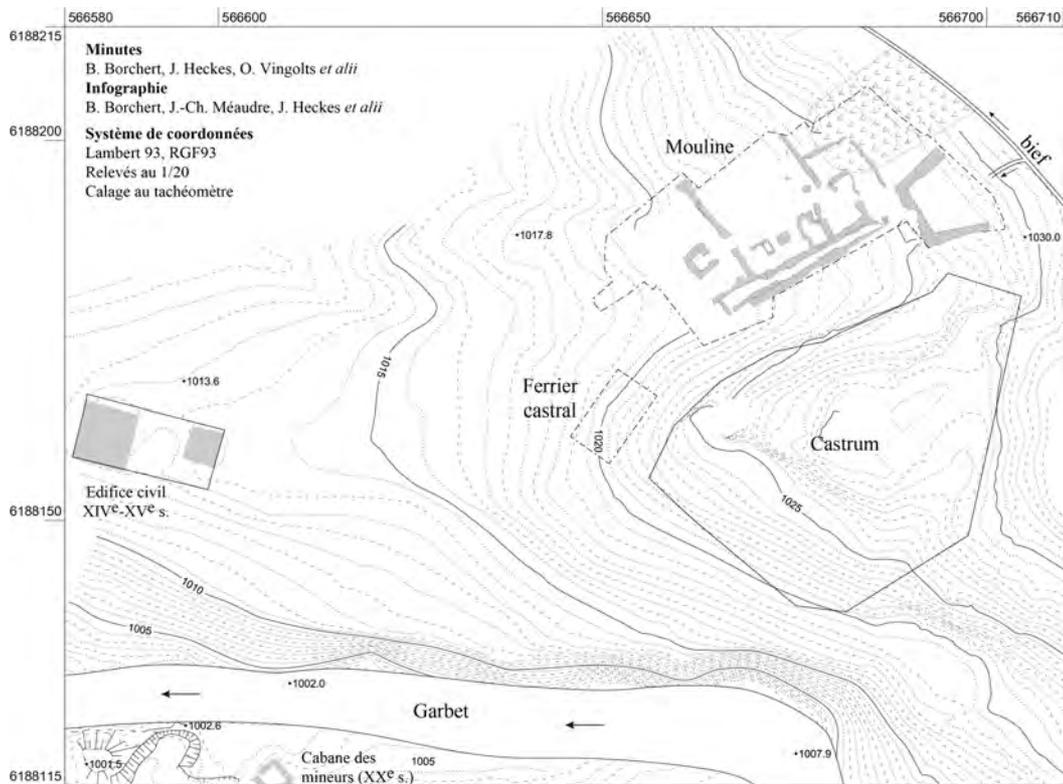


Fig. 6 - Plan masse du site

## CONCLUSION

La proximité du site d'avec le port de Saleix, lieu de passage et de transaction entre le Couserans et le comté de Foix, et les besoins de la mine en outils expliquent aisément qu'une production sidérurgique ait pu naître directement sur le carreau minier. L'évolution de la forge à bras vers le système hydraulique que nous étudions a pu être favorisée par la nécessité d'aménager sur le site des conduites d'eau pour actionner les machines nécessaires à la production d'argent (moulins à minerai, soufflerie du four de coupellation etc.).

Ainsi, ce qui pouvait apparaître comme une incongruité s'explique à la fois par un besoin économique et par un opportunisme technique bien compris. L'appareil dont la fouille n'est pas encore achevée (*fig. 6*) permet de lire clairement ce que pouvait être une mouline peu de temps avant son abandon au profit du système de la forge à la Catalane (Cantelaube, 2005).

## BIBLIOGRAPHIE

- AGRICOLA G. (1556) *De re metallica*, Bâle, rééd. Trad. H. C. HOOVER et L. H. HOOVER, 1986, New-York.
- BENOIT, P. (1997) *La mine de Pampailly XV<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles*, Brussieu Rhône, D.A.R.A. n°14, Lyon.
- CANTELAUBE J. (2005), *La forge à la Catalane dans les Pyrénées ariégeoise, une industrie de montagne (XVII<sup>e</sup>-XIX<sup>e</sup> siècle)*, coll. Histoire et Techniques, n°1, Toulouse.
- CODINA O., BOSCH J.M., VILA MUR A. (2001), *La farga Rossell, el zenit de l'obtencio del ferro pel sistema directe, 1842-1876*, coll. monografies del patrimoni cultural d'Andorra, n°5, Andorre-la-Vieille.
- MALUS J. (1600) *Recherche et Decouverte des mines des montagnes Pyrénées*, réédition A. Bourneton [1990], Toulouse.
- TOMAS E. (1995), *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderurgica*, Actes du symposium international sur la forge catalane tenu à Ripoll en 1993, Andorre-la-Vieille.
- VERNA C. (2001), *Le temps des moulins, Fer, technique et société dans les Pyrénées centrales (XIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles)*, Paris.

# Actes du colloque



**22/25 Mai 2013**

**Coordination de l'ouvrage :** Dominique GASQUET

**Responsables scientifiques par thématique :**

- Géologie-métallogénie : Dominique GASQUET, Université Savoie Mont-Blanc, EDYTEM
- Archéologie minière : Marie-Christine BAILLY-MAITRE, CNRS
- Métallurgie ancienne du fer : Alain PLOQUIN, CNRS
- Histoire économique et sociale : Pierre JUDET, Université de Grenoble, LARHRA
- Patrimoine et médiation : Françoise BALLET, Conservation Départementale du Patrimoine de la Savoie

**Partenaires :**

- la Conservation Départementale du Patrimoine de la Savoie
- la Conservation Départementale du Patrimoine de l'Isère
- l'Université Savoie Mont-Blanc, EDYTEM
- l'Université Pierre Mendès France, LARHRA
- le Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée
- le Grand Filon, site Minier des Hurtières
- le Musée d'Allevard et les Amis du Musée d'Allevard
- la Maison des Forges et Moulins de Pinsot
- l'association Bien Vivre en Val Gelon
- l'Espace Belledonne
- l'Ecomusée du Pays des Hurtières
- l'Institut Karma Ling

*Cette publication a bénéficié du soutien matériel et financier du Département de la Savoie et du Grand Filon.*

