

L'économie du fer protohistorique :  
de la production  
à la consommation du métal

L'économie du fer protohistorique :  
de la production à la consommation du métal

XXVIII<sup>e</sup> colloque de l'AFEAF  
Toulouse, 20-23 mai 2004

sous la direction de  
Pierre-Yves Milcent

*Aquitania*  
Supplément 14/2  
— Bordeaux —

# Sommaire

AUTEURS .....7

AVANT-PROPOS .....13

## LA MÉTALLURGIE D'EXTRACTION : DU MINERAI À LA BARRE DE FER

CL. DOMERGUE,

La sidérurgie extractive en Transalpine et dans la Gaule indépendante à la fin de l'âge du Fer.

Essai de mise en parallèle .....17

S. CABBOI, Chr. DUNIKOWSKI, M. LEROY, P. MERLUZZO,

Les systèmes de production sidérurgique chez les Celtes du Nord de la France .....35

J.-B. VIVET,

La production du fer protohistorique en haute Bretagne d'après les résultats des prospections,

des fouilles d'ateliers et des analyses archéométriques .....63

L. FOURNIER, P.-Y. MILCENT,

Actualité des recherches sur l'économie du fer protohistorique dans la Région Centre .....85

Cl. POLO CUTANDO, C. VILLAGORDO ROS,

L'exploitation du fer en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara, Espagne) aux III<sup>e</sup> - I<sup>er</sup> s. a.C. ....107

## POSTERS

D. HONORÉ, G. LÉON, N. ROUDIÉ,

Deux sites de réduction et de forge de l'âge du Fer en Normandie .....117

J.-M. FABRE, D. RIGAL,

Les vestiges d'ateliers sidérurgiques de l'âge du Fer sur les sites de l'autoroute A20 : Courcan (Cours, Lot) .....125

M. BERRANGER,  
Les demi-produits de fer au I<sup>er</sup> millénaire a.C. en Europe continentale : potentialités d'études .....133

M.-P. COUSTURES, G. RENOUX, C. SCAON, D. BÉZIAT, Chr. RICO, Fr. DABOSI,  
L. LONG, Cl. DOMERGUE, Fr. TOLLON,  
Le point sur une méthode de détermination de provenance des objets en fer de la sidérurgie ancienne .....145

P. HALKON,  
"Valley of the first Iron Masters". Recent research on Iron Age iron production and its significance  
in the Foulness Valley, East Yorkshire, England..... 151

### LA MÉTALLURGIE D'ÉLABORATION : DE LA BARRE DE FER À L'OBJET FINI

C. ROVIRA HORTALÀ,  
Producción e intercambio de los primeros objetos de hierro del nordeste de la Península Ibérica (s. VII - VI a.C.)..... 167

Ph. GRUAT, Ph. ABRAHAM, C. MAHÉ-LE CARLIER, A. PLOQUIN,  
avec la collab. de C. GRIMA, G. MARCHAND, G. MARTY,  
L'artisanat du fer en milieu caussenard : l'exemple de l'enceinte du Puech de Mus  
à Sainte-Eulalie-de-Cernon (Aveyron), aux V<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> s. a.C. .... 177

Y. MENEZ, J.-B. VIVET, K. CHANSON, M. DUPRÉ,  
La forge de Paule (Côtes-d'Armor) .....213

S. BAUVAIS, St. GAUDEFRY, Fr. GRANSAR, Fr. MALRAIN, Ph. FLUZIN,  
Premières réflexions sur l'organisation des activités de forge en contexte rural à La Tène finale en Picardie .....239

### POSTERS

J.-L. FLOUEST,  
Approches quantitatives de la production de fer sur le site hallstattien de Bragny-sur-Saône (Saône-et-Loire).....265

M. MAUVILLY, V. SERNEELS, M. RUFFIEUX, E. GARCIA CRISTOBAL,  
Le travail du fer dans une forge du milieu du V<sup>e</sup> s. a.C. à Sévaz/Tudings (canton de Fribourg, Suisse) .....271

Chr. DUNIKOWSKI, J.-M. SÉGUIER, S. CABBOI,  
La production du fer protohistorique au sud-est du Bassin Parisien .....279

L. DHENNEQUIN,  
Les ateliers de travail du fer au Mont Beuvray : présentation des fouilles récentes effectuées  
dans la zone artisanale du Champlain sur l'*oppidum* de Bibracte .....291

A. SCHÄFFER,	
Eisenverarbeitung im <i>Oppidum</i> von Manching (Bayern). Untersuchungen zu Schlacken und Herdfragmenten der Grabung "Altenfeld" 1996-1999 .....	299
K. KASTOWSKY, M. MEHOFER, P. C. RAMSL,	
Analyses métallographiques d'objets de fer laténiens autour du massif de la Leitha .....	305
LA CONSOMMATION DU FER : ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES ; IMPLICATIONS ÉCONOMIQUES ET SOCIALES	
J.-P. GUILLAUMET,	
Introduction. La paléomanufacture métallique, une nouvelle méthode d'étude .....	321
É. DUBREUCQ,	
Le petit mobilier en fer des habitats du Hallstatt D-La Tène A : un mobilier sous-exploité .....	329
O. NILESSE,	
Note à propos des armes de trois établissements ruraux de l'Ouest de la France .....	355
G. BATAILLE,	
Un nouveau protocole d'analyse des grands ensembles de mobiliers métalliques sur la base du NMI. L'exemple du sanctuaire laténien de La Villeneuve-au-Châtelot (Aube) .....	365
L. ORENGO,	
Hallstatt-La Tène : un "sous-âge du Fer" ? Et qu'en est-il de l'époque romaine ? .....	381
POSTERS	
A. FILIPPINI,	
Les couteaux en fer du Sud-Ouest de la Gaule (VIII <sup>e</sup> -V <sup>e</sup> s. a.C.) .....	395
M. GENERA I MONELLS,	
Le village protohistorique du Puig Roig del Roget (el Priorat) : spécialisation artisanale et signification socio-économique .....	407
P. FOSTER, P. SANKOT,	
La tombe n° 2254 de Tišice (Bohême centrale) et son contexte du V <sup>e</sup> s. a.C. ....	417
Remarque conclusive. L'économie du fer protohistorique (VIII <sup>e</sup> -I <sup>er</sup> s. a.C.). De la production à la consommation du métal	
V. SERNEELS .....	425

# Posters

---

# Les vestiges d'ateliers sidérurgiques de l'âge du Fer sur les sites de l'autoroute A20 : Courcan (Cours, Lot)

---

*Jean-Marc Fabre, Didier Rigal*

## RÉSUMÉ

Dans le cadre des fouilles préventives sur le tracé autoroutier de l'A20, un atelier sidérurgique comprenant un bas fourneau a été étudié à Cours (Lot). Il s'agit d'un four à scorie piégée, avec accès à la cuve, daté par le  $^{14}\text{C}$  entre le VIII<sup>e</sup> et le V<sup>e</sup> s. a.C.

## MOTS-CLÉS

bas fourneau, atelier sidérurgique, fer, métallurgie, premier âge du Fer, Lot

## ABSTRACT

A slag-pit furnace from an iron workplace was dug out and studied in the Southwest of France (Lot), as part of preventive excavations. It was dated by the  $^{14}\text{C}$  method from the VIII<sup>th</sup> to the V<sup>th</sup> century BC.

## KEYWORDS

slag-pit furnace, iron workplace, Lot, metallurgy, first Iron age

## INTRODUCTION

L'aménagement de la section 3 de l'autoroute A20 a engendré de nombreuses fouilles préventives dans le nord de la région Midi-Pyrénées, sur les plateaux calcaires du Quercy, dans le département du Lot. Plusieurs de ces interventions ont donné lieu à des découvertes relatives à la métallurgie du fer, même si, la plupart du temps, il ne s'agit que de quelques indices épars, tels que scories ou parois réfractaires, sans structure en place.

À Mas de Calvy, dans la commune de Francoulès, par exemple, les premiers diagnostics avaient mis en évidence des fosses contenant de nombreux nodules de minerai de fer, datées du premier âge du Fer, ainsi que des scories et des parois de fourneau. La fouille a révélé que tous les vestiges clairement attribuables à la métallurgie sont médiévaux ou modernes, tandis que les fosses protohistoriques résultaient de l'extraction d'une argile de bonne qualité entrant dans la fabrication du torchis et de la céramique<sup>1</sup>.

Seul le site de Courcan, dans la commune de Cours, à 15 km au nord-est de Cahors, a livré des éléments d'atelier sidérurgique en place. Il s'agit d'un bas fourneau, associé à une aire de préparation du minerai, ainsi que des vestiges d'un foyer d'épuration. Une aire de charbonnage et des résidus métallurgiques datés de l'Antiquité tardive et du Moyen Âge témoignent de la poursuite des activités sur le site. La fouille de cet atelier s'est déroulée en 1998, sous la responsabilité de D. Rigal (Inrap), avec une intervention spécifique pour la métallurgie de J.-C. Leblanc (LAP)<sup>2</sup>.

Le décapage d'une importante surface, presque 4 000 m<sup>2</sup>, a mis au jour les restes d'un atelier sidérurgique du premier âge du Fer : une zone de traitement du minerai, un bas fourneau, un foyer d'affinage et quelques trous de poteau, témoins probables de la couverture de certaines parties de l'espace de travail. L'érosion a fortement dégradé l'ensemble des vestiges ; seules les fosses et leur remplissage sont conservés. Il est à noter que le bas fourneau apparaît isolé et ne fonctionnait donc pas en batterie.

## 1. LE MINERAI

Il s'agit de nodules de limonite dispersés dans des alluvions tertiaires piégées dans les dolines. D'après les observations faites lors des interventions sur l'A20, les métallurgistes auraient privilégié les dolines situées en rebord de plateau et éventrées par l'érosion quaternaire ; ces gisements, aisément repérables et partiellement dégagés des colluvions (4 à 5 m d'épaisseur), offraient des facilités d'exploitation indéniables.

À Courcan, le minerai était grillé et concassé ; un secteur riche en nodules de minerai, situé à moins de 2 m du fourneau, indique l'endroit où la charge était préparée avant son introduction dans le gueulard. Les analyses effectuées par J.-C. Leblanc donnent une teneur moyenne en fer (Fe) de 40 % pour le minerai utilisé, avec 19 % de silice et très peu de manganèse.

## 2. LE BAS FOURNEAU

La structure est implantée sur le rebord d'une terrasse naturelle du socle calcaire, dans laquelle a été creusée la cuve en forme de fer à cheval (0,95 x 0,74 m dans la partie supérieure, 0,87 x 0,54 m après un léger rétrécissement à 8 cm de la base (fig. 1, 2 et 3). Un muret de pains d'argile grossièrement agencés, faisait office de porte, et fermait la structure à l'ouest (fig. 4). À l'intérieur, les parois sont revêtues d'un enduit réfractaire argilo-sableux, et cependant la roche encaissante calcaire est nettement marquée par la chaleur (coloration du gris bleuté au rouge) sur 0,2 m d'épaisseur. La sole est inclinée vers l'arrière de la cuve, orientant ainsi l'écoulement de la scorie à l'opposé de la porte, afin probablement de faciliter le défournement. La superstructure, qui comprenait la cheminée et le système de ventilation, n'est pas conservée, mais deux excroissances d'argile vitrifiée, visibles sur le plan, semblent indiquer le débouché de deux tuyères disposées de part et d'autre de la cuve. Plusieurs orifices, relevés dans la porte, pouvaient compléter ce dispositif. Les parois de la cuve sont subverticales, mais dans la partie supérieure, elles convergent légèrement, amorçant probablement la forme de la cheminée que l'on peut imaginer soit cylindrique, soit en forme de cône tronqué.

1- Rigal & Wozny 1999, 26.

2- Toutes les descriptions des structures ainsi que les analyses sont issues du DFS (Rigal, dir. 1999).

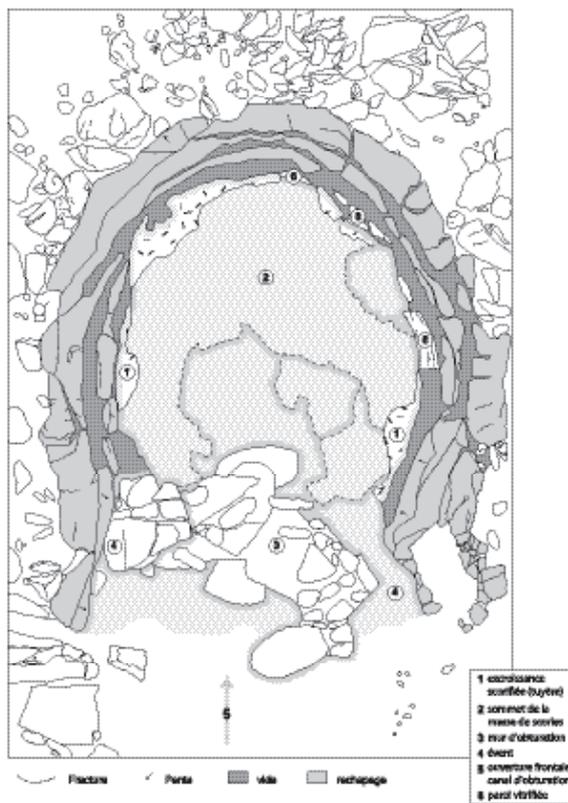


Fig. 1. La terrasse et le bas fourneau de Cours (Lot), cliché D. Rigal.



▲ Fig. 2. Le bas fourneau de Cours (Lot), cliché D. Rigal.

► Fig. 3. Le bas fourneau de Cours (Lot), plan.



<b>A20 Section 3</b>	Département du lot	<b>Bas fourneau (dernier état)</b>
PK : 1,3	Cours "Coursac"	Données de terrain : D. Rigal
N° de site : 46 077 103 AH	Autofaçon n° : 12886	Information et traitement des données : M. COUUREAU
0	40 cm	ANR del



Fig. 4. Le bas fourneau de Cours (Lot), détail de la porte avec un événement (?), cliché D. Rigal.

Les vestiges de deux portes, décalées en plan comme en coupe (ST 16, la plus récente, et ST 18) attestent qu'il y a eu deux phases de fonctionnement distinctes (fig. 5). L'US 32, qui repose directement sur le fond du four et s'appuie contre ses parois et le mur ST18, témoigne de la dernière utilisation du fourneau, peut-être la seule, durant la première phase d'activité ; ce sont les charbons de bois de cette couche qui ont été datés par le  $^{14}\text{C}$  des VIII<sup>e</sup>-V<sup>e</sup> s.

a.C.<sup>3</sup>. L'US 30 résulte pour sa part de la démolition partielle de la structure de ce premier état.

La seconde phase se caractérise par une réduction sensible du volume de la cuve (0,62 x 0,54 x 0,45 m de h) à la suite d'un exhaussement du niveau de la sole et un recul du muret de fermeture. La porte, bien conservée dans sa partie sud (0,25 m de h et 0,16 m de l), est constituée de boules argilo-sableuses mal agencées et scorifiées sur la face interne.

La scorie piégée, conservée *in situ*, mesure jusqu'à 0,4 m d'épaisseur dans la partie est, où elle est la plus compacte, et pèse 121 kg. Une forme en creux de 0,35 x 0,25 m, pour 0,15 à 0,2 m de profondeur, visible sur la partie supérieure de cette scorie, peut correspondre à l'empreinte de l'arrachement du massiot de fer.

L'architecture et la stratigraphie liée à son utilisation amènent à se demander comment fonctionnait ce bas fourneau. La présence d'un couloir d'accès et d'une porte, associés à une cuve de volume important, constitue à nos yeux une nette avancée technologique par rapport aux fourneaux à scorie piégée en fosse, souvent de dimensions modestes. L'installation du bas fourneau en bord de terrasse facilite l'organisation du travail au sein de l'atelier en déterminant des espaces aux fonctions distinctes (chargement, défournement...)<sup>4</sup>. Cette disposition permet avant tout, grâce à l'accès à la cuve par l'avant de la structure, au métallurgiste d'intervenir dans le processus de réduction par un point bas, ce qui est impossible dans un four en fosse. Cette intervention peut porter sur les échanges gazeux, par la ventilation par exemple, pour augmenter la température à un endroit où elle chute, car le point chaud est situé plus haut, au débouché des tuyères. Le métallurgiste peut aussi observer ce qui se passe au-dessous du massiot, notamment l'état de la scorie. Quand celle-ci est liquide, il peut l'extraire. Enfin, la destruction de la porte permet l'extraction de la loupe de fer en préservant la superstructure. À moindre frais et rapidement, le four peut donc être réutilisé, si toutefois on arrive à extraire la scorie piégée à l'intérieur.

3- LY-8919 : 2475 ± 40 BP. Intervalle en années réelles : - 761 à - 420. Maximum de probabilité : - 753 / - 729 / - 693 / - 534.

4- Decombeix *et al.* 2001 : exemple d'un atelier sidérurgique du I<sup>er</sup> s. a.C.

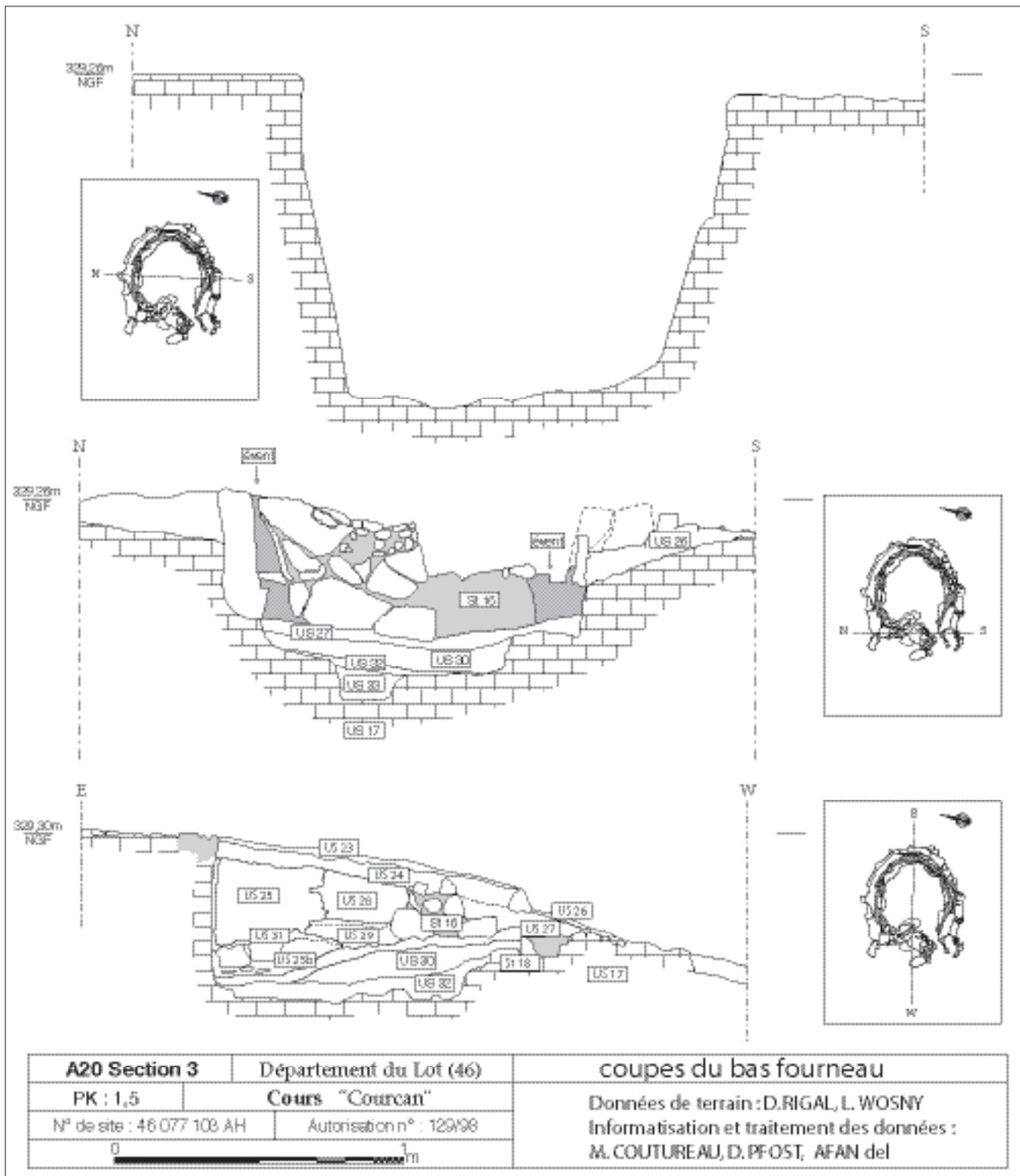


Fig. 5. Le bas fourneau de Cours (Lot), coupes.

Fait surprenant à Courcan, il semblerait que seules les possibilités de ventilation et sans doute d'observation aient compté : par exemple, le massiot paraît avoir été arraché par le haut, après destruction de la cheminée ! L'apparente contradiction entre la datation précoce de la structure et certains caractères techniques qui paraissent innovants, trouve peut-être là son explication : à Courcan, l'architecture semble bien avoir une longueur d'avance, quelques siècles, sur la technologie.

### 3. LE FOYER D’AFFINAGE

À une dizaine de mètres au nord-est du bas fourneau, une structure en creux aux parois subverticales (ST 3), de plan ovale (0,16 x 0,27 m), présente un remplissage nettement marqué par l'action du feu : nombreux charbons de bois, boules d'argile rubéfiées, cendres et pierres calcaires pulvérulentes. L'érosion a arasé la structure au niveau du sol et le fond, soit 0,17 à 0,22 m au-dessous, est délimité par une pierre plate. Dans le niveau supérieur du remplissage et sur un lambeau de sol associé au foyer, J.-C. Leblanc a identifié des battitures globulaires et granulaires qui indiquent plutôt une activité d'épuration et de corroyage du métal brut.

### 4. DES COMPARAISONS DIFFICILES POUR UN FOUR RELATIVEMENT ORIGINAL

Quoique incomplet en raison de l'érosion importante des structures, l'atelier de Courcan offre un exemple très intéressant et original de bas fourneau, en raison de ses caractéristiques architecturales et technologiques et de sa chronologie.

Il n'y a pas de comparaison possible dans la région, ni même en Méditerranée occidentale (Espagne, sud de la Gaule et Italie), car la documentation y est très lacunaire, et aucune structure de production n'est connue dans cette zone avant le II<sup>e</sup> s. a.C. Les seuls rapprochements possibles sont dans la France septentrionale et dans l'est de l'Europe.

À la montagne Sainte-Croix, en Pologne, l'équipe de K. Bielenin étudie depuis plus de 40 ans des fours à scorie piégée dont le type dit creuset Sainte-Croix,

date des I<sup>er</sup>-V<sup>e</sup> s. p.C.<sup>5</sup>. Sur le plan architectural, il se caractérise par un creuset de plan circulaire mesurant 0,4 à 0,8 m de diamètre, avec parfois un canal extérieur oblique, partant de la surface du sol, pour alimenter en air la base de la structure. La partie supérieure, moins bien connue du fait de l'érosion et de sa destruction partielle au défournement, comprenait des conduits de ventilation disposés à 10 cm au-dessus du sol et on a pu estimer l'ensemble à 1,2 m de hauteur. Bien que l'architecture de ce fourneau diffère sensiblement de celle du four de Cours, la confrontation est intéressante car les proportions des structures sont comparables et l'équipe de chercheurs polonais s'est livrée à plusieurs expérimentations. Dans ce type de four, on a pu traiter 200 kg de minerai et obtenir une éponge de 33,5 kg, donnant une barre de fer de 20 kg après épuration. Les déchets laissés par l'opération comprennent 100 kg de scorie. Certes il n'est pas raisonnable de transposer cette opération dans le Lot et d'appliquer les mêmes rapports entre les matériaux car certains paramètres changent, notamment la teneur et la nature du minerai, mais cela donne tout de même un ordre d'idée sur la production de ce type de structure.

Par ailleurs, C. Dunikowski et S. Cabboi ont fouillé de nombreux bas fourneaux protohistoriques dans l'Yonne et dans la Sarthe<sup>6</sup>. Dans la première phase de production, qui démarre entre le VIII<sup>e</sup> et le VI<sup>e</sup> s. a.C., des fourneaux à scorie piégée en fosse, comparables à ceux de la montagne Sainte-Croix, sont utilisés. De diamètres variés, ils ont laissé des scories pesant de 60 à 250 kg. Un deuxième type, à "L'Aulnay-Truchet" (La Bazoge, Sarthe) par exemple, plus tardif (La Tène moyenne / début de la Tène finale), présente des analogies architecturales frappantes avec celui de Cours. La cuve, de 0,8 m de diamètre, est précédée d'une fosse permettant d'accéder à la base de la structure. Une cloison d'argile, percée de plusieurs orifices de 2 cm de diamètre, joue le rôle de porte et sépare les deux parties. La ventilation était assurée par la porte, jusqu'à l'obturation des trous par la scorie, ainsi que par 4 conduits disposés au niveau du sol, au-dessus de la fosse. L'examen des parois montre que ces fours

5- Bielenin *et al.* 1995, 213-214.

6- Dunikowski & Cabboi 2001, 190-193.

ont été réutilisés à de multiples reprises. L'extraction du massiot et de la scorie se faisait donc après destruction de la porte, en préservant le reste de la structure. Un type très semblable a été étudié en Europe centrale, dans le Burgenland (Autriche) où des tuyères semblent indiquer l'utilisation d'une ventilation forcée<sup>7</sup>.

Les analogies morphologiques avec le four de Cours sont nombreuses, mais avec toujours un décalage chronologique ou des différences technologiques (la destruction de la cheminée pour extraire l'éponge). Cependant, le caractère unique de la découverte ne permet pas à l'heure actuelle de faire du four de Cours un type original. En l'absence de nouvelles découvertes venant préciser et confirmer certaines données, la question de la technologie ne peut être résolue.

## Bibliographie

---

- Bielenin, K. (1994) : "Der Rennofen vom typ Burgenland in der frühgeschichtlichen Eisenverhüttung in Mitteleuropa", in : Mangin, dir. 1994, 255-268.
- Bielenin, K, M. Mangin et S. Orzechowsky (1995) : "La sidérurgie ancienne et l'exploitation minière dans les montagnes Sainte-Croix (Petite Pologne). I. Bilan des recherches 1955-1990", *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 21, 1, 203-224.
- Decombeix, P.-M., J.-M. Fabre et Chr. Rico (2001) : "La sidérurgie, datation et évaluation des sites métallurgiques, apports et limites de la prospection de surface", in : *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX*, Andorre, 161-175.
- Dunikowski, C. et S. Cabboi (2001) : "L'extraction du minerai de fer, la production de charbon de bois et la réduction du minerai de l'Age du Fer, de la période romaine et du haut moyen Age dans le nord de la France", in : *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX*, Andorre, 189-210.
- Mangin, M., dir. (1994) : *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen*, Besançon.
- Rigal, D., dir. (1999) : *Opération A20 - section 3, Courcan (Cours-Lot)*, DFS de sauvetage urgent, Toulouse.
- Rigal, D., L. Wozny et al. (1999) : *Opération A20 - section 3, Mas de Calvy (Francoulès-Lot)*, DFS de sauvetage urgent, Toulouse.
- Rigal, D. (2003) : "L'artisanat du fer", in : *Histoire des sites, histoire des hommes. Découvertes archéologiques réalisées lors de la construction de l'autoroute A20 en Quercy*, Toulouse, 192-193.

---

7- Bielenin 1994, 259.