

La petite sidérurgie en contexte rural: les forges du Haut-Auxois mandubien et de ses marges lingonnes (Côte-d'Or)

In: Revue archéologique de Picardie. N°1-2, 2003. pp. 141-156.

Citer ce document / Cite this document :

Mangin Michel, Fluzin Philippe. La petite sidérurgie en contexte rural: les forges du Haut-Auxois mandubien et de ses marges lingonnes (Côte-d'Or). In: Revue archéologique de Picardie. N°1-2, 2003. pp. 141-156.

doi : 10.3406/pica.2003.2362

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pica_0752-5656_2003_num_1_1_2362

Résumé

Les recherches conduites sur l'occupation du sol du Haut-Auxois, autour d'Alésia (Alise-Sainte-Reine, Côte-d'Or) et sur le terroir d'un village proche des "Sources de la Seine" (Blessey-Salmaise), ont livré plusieurs dizaines de sites de forges rurales. Les analyses chimiques et les examens métallographiques ont affiné les critères discriminatoires permettant de définir les travaux effectués dans ces forges : épuration du métal brut importé et élaboration d'objets pour les forges des agglomérations ; élaboration d'objets seulement dans les forges des habitats ruraux isolés. Le pourcentage de forges implantées le long des axes de circulation est exceptionnel. Le Haut-Auxois mandubien fournit un exemple encore peu fréquent de zone de petite production sidérurgique rurale, maintenant bien caractérisée grâce à une large étude pluridisciplinaire. Il occupe les marges orientales d'une région de production primaire (la réduction du minerai de fer), qui s'étend du Morvan du Nord à l'Yonne et à la Nièvre en constituant une des principales régions sidérurgiques des Gaules romaines.

Abstract

Several dozen rural forging mills were discovered during research into settlement patterns in the Haut-Auxois around Alesia (Alise-Sainte-Reine, Côte-d'Or) and a village close to the "Source de la Seine" (Blessey- Salmaise). Chemical analyses and metallographic tests refined the discriminatory criteria, making it possible to define the work carried out in these forging mills : purification of imported raw metal and development of objects for the forging mills in the agglomerations ; development of objects only for the forging mills of the isolated rural settlements. The percentage of forging mills established along transport routes is exceptional. The Mandubian Haut-Auxois thus provides a still rare example of a thoroughly investigated area of small-scale rural iron and steel production. It occupies the eastern margins of a primary production region (the reduction of iron ore) which stretches from North Morvan to the Yonne and the Nièvre, forming one of the main iron and steel areas in Roman Gaul.

Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen über die Besetzung des Bodens des Haut-Auxois in der Umgebung von Alésia (Alise-Sainte-Reine, Côte-d'Or) und auf dem Gebiet eines Dorfes in der Nähe den Seine-Quellen (Blessey-Salmaise), haben mehrere zig Fundstellen von ländlichen Schmieden hervorgebracht. Die chemischen Analysen und die metallurgischen Untersuchungen haben entscheidende Unterschiede ergeben, die es erlauben, die in diesen Schmieden durchgeführten Tätigkeiten zu definieren : säuberung des importierten Rohmetalles und Herstellung von Objekten für die Schmieden der Zentren ; Herstellung von Objekten in den Schmieden der isolierten ländlichen Siedlungen. Der Prozentsatz von Schmieden, die längs der Verkehrsachsen existierten, ist ausserordentlich. Das mandubische Haut-Auxois liefert ein heute noch seltenes Beispiel von landlicher Metallproduktion „im Kleinen“, die Dank einer breiten interdisziplinären Untersuchung deutlich charakterisiert erscheint. Sie besetzt die östlichen Ränder eines Rohstoffproduktionsgebietes (die Reduktion der Eisenerze), die sich vom nördlichen Morvan bis hin zur Yonne und zur Nièvre zieht und eine der wesentlichen Gegenden der Metallproduktion des gallo-römischen Reiches bildet.

LA PETITE SIDÉRURGIE EN CONTEXTE RURAL : LES FORGES DU HAUT-AUXOIS MANDUBIEN ET DE SES MARGES LINGONNES (CÔTE-D'OR)

Michel MANGIN * & Philippe FLUZIN **

Résumé

Mots-clefs : FORGES, SIDÉRURGIE, EXAMEN MÉTALLOGRAPHIQUE, GAULE ROMAINE.

Les recherches conduites sur l'occupation du sol du Haut-Auxois, autour d'*Alésia* (Alise-Sainte-Reine, Côte-d'Or) et sur le terroir d'un village proche des "Sources de la Seine" (Blessey-Salmaise), ont livré plusieurs dizaines de sites de forges rurales. Les analyses chimiques et les examens métallographiques ont affiné les critères discriminatoires permettant de définir les travaux effectués dans ces forges : épuration du métal brut importé et élaboration d'objets pour les forges des agglomérations ; élaboration d'objets seulement dans les forges des habitats ruraux isolés. Le pourcentage de forges implantées le long des axes de circulation est exceptionnel. Le Haut-Auxois mandubien fournit un exemple encore peu fréquent de zone de petite production sidérurgique rurale, maintenant bien caractérisée grâce à une large étude pluridisciplinaire. Il occupe les marges orientales d'une région de production primaire (la réduction du minerai de fer), qui s'étend du Morvan du Nord à l'Yonne et à la Nièvre en constituant une des principales régions sidérurgiques des Gaules romaines.

Abstract

**SMALL-SCALE IRON AND STEEL INDUSTRY IN A RURAL CONTEXT :
THE FORGING MILLS OF MANDUBIAN HAUT-AUXOIS AND ITS LINGON MARGINS (CÔTE -D'OR)**

Key words : FORGING MILLS, IRON AND STEEL INDUSTRY, METALLOGRAPHIC TEST, THE ROMAN GAUL.

Several dozen rural forging mills were discovered during research into settlement patterns in the Haut-Auxois around *Alesia* (Alise-Sainte-Reine, Côte-d'Or) and a village close to the "Source de la Seine" (Blessey- Salmaise). Chemical analyses and metallographic tests refined the discriminatory criteria, making it possible to define the work carried out in these forging mills : purification of imported raw metal and development of objects for the forging mills in the agglomerations ; development of objects only for the forging mills of the isolated rural settlements. The percentage of forging mills established along transport routes is exceptional. The Mandubian Haut-Auxois thus provides a still rare example of a thoroughly investigated area of small-scale rural iron and steel production. It occupies the eastern margins of a primary production region (the reduction of iron ore) which stretches from North Morvan to the Yonne and the Nièvre, forming one of the main iron and steel areas in Roman Gaul.

Traduction de Thérèse MATTERNE et Mike ILETT.

Zusammenfassung

**DIE EISENVERARBEITUNG IM KLEINEN IN LÄNDLICHEM ZUSAMMENHANG
DIE SCHMIEDEN DES MANDUBISCHEN HAUT-AUXOIS UND SEINE „LINGONNES“
AUSLÄUFER (CÔTE-D'OR)**

Schlüsselworte : SCHMIEDEN, METALLVERARBEITUNG, METALLURGISCHE UNTERSUCHUNGEN, GALLO-RÖMISCHES REICH.

Die durchgeführten Untersuchungen über die Besetzung des Bodens des Haut-Auxois in der Umgebung von *Alésia* (Alise-Sainte-Reine, Côte-d'Or) und auf dem Gebiet eines Dorfes in der Nähe den Seine-Quellen (Blessey-Salmaise), haben mehrere zig Fundstellen von ländlichen Schmieden hervorgebracht. Die chemischen Analysen und die metallurgischen Untersuchungen haben entscheidende Unterschiede ergeben, die es erlauben, die in diesen Schmieden durchgeführten Tätigkeiten zu definieren : säuberung des importierten Rohmetalles und Herstellung von Objekten für die Schmieden der Zentren ; Herstellung von Objekten in den Schmieden der isolierten ländlichen Siedlungen. Der Prozentsatz von Schmieden, die längs der Verkehrsachsen existierten, ist ausserordentlich. Das mandubische Haut-Auxois liefert ein heute noch seltenes Beispiel von ländlicher Matallproduktion „im Kleinen“, die Dank einer breiten interdisziplinären Untersuchung deutlich charakterisiert erscheint. Sie besetzt die östlichen Ränder eines Rohstoffproduktionsgebietes (die Reduktion der Eisenerze), die sich vom nördlichen Morvan bis hin zur Yonne und zur Nièvre zieht und eine der wesentlichen Gegenden der Metallproduktion des gallo-römischen Reiches bildet.

Traduction de Claudia BÖHM

INTRODUCTION

Cette communication présente un aspect des résultats de deux programmes parallèles (1) et complémentaires publiés récemment (MANGIN *et al.*, 2000a ; *id.*, 2000b).

Le programme initial avait pour but d'étudier le travail du fer dans l'environnement rural de la petite cité d'*Alésia* (Alise-Sainte-Reine, Côte-d'Or). L'inventaire des déchets sidérurgiques induisait évidemment l'inventaire des sites antiques et du haut Moyen Âge de toutes natures de cette région naturelle de plateaux et de vallées qu'on appelle le Haut-Auxois et qui correspond au cœur du Pays mandubien (2).

Deux raisons justifiaient la réalisation de ce programme :

- d'une part, redéfinir la place de la petite sidérurgie rurale du Haut-Auxois dans le cadre du rapport ville/campagne et, à cette occasion, réinterpréter les fonctions des ateliers de la ville publiés dans le passé (MANGIN, 1981).

- d'autre part, définir le ou les stades du travail pratiqué dans les ateliers des différents types d'habitats présents dans cette région qui disposent d'un spectre très complet d'occupation, de la ferme à des groupements de diverses sortes.

Plus que les moyens classiques de recherches - synthèse d'une bibliographie bicentenaire et prospections pédestres et aériennes - ce sont les études de laboratoire à Mayence puis à Nancy et surtout depuis dix ans à Sévenans (3), qui ont été, au moins alors pour la France, novatrices tant par leur objet (des déchets de travail informes), que pour leur but : la compréhension des techniques sidérurgiques pratiquées dans les Gaules.

La découverte fortuite, aux marges lingonnes du Haut-Auxois, d'un important site antique, Blessey-Salmaise, en Côte-d'Or, parfaitement conservé sous couvert forestier à moins d'un kilomètre des "Sources de la Seine", nécessita la mise en place d'un second programme - parallèle et complémentaire - pour étudier un village, ses forges et son parcellaire rural (MANGIN *et al.*, 2000b).

(1) - Cette présentation est faite au nom de l'équipe pluridisciplinaire française et allemande qui a travaillé durant ces deux dernières décennies sur l'occupation du sol et les activités artisanales du Morvan du Nord, d'*Alésia* et du Haut-Auxois et de la région de Blessey-Salmaise ; les travaux des uns et des autres concernant la métallurgie apparaissent au fil des références, mais doivent être cités aussi les animateurs des autres types de recherches notamment Hubert Arient, Jacky Bénard, René Goguey, Jean-Louis Courtadon, Eric de Lacos, Marie-José Fontaine, Michel Aubert et les membres de l'équipe de prospection de l'*Association Metalla* emmenés par Jean Scherrer et Ernest Drouin.

De ce fait, tant sur le terrain qu'en laboratoire, les recherches portèrent très largement sur un même type d'activité : la forge ; mais en s'appuyant sur les découvertes effectuées dans deux exemples opposés en terme d'échelle : une région rurale de plusieurs centaines de km² avec ses dizaines de forges, et un site bien délimité, même s'il est fort étendu et riche de nombreux habitats, et de plusieurs forges (4).

LE CADRE DE L'ACTIVITÉ SIDÉRURGIQUE

HABITATS, ROUTES ET FORGES DU HAUT-AUXOIS

Les cent vingt habitats gallo-romains bien attestés par des vestiges tant structurels que mobiliers se répartissent d'une façon très inégale, essentiellement en cercles concentriques de densité décroissante autour d'*Alésia* et le long de la vallée la plus orientale, celle de l'Oze (fig. 1). Quels que soient leurs types, ils sont, pour la plupart, établis le long des axes de circulation qui irriguent le Haut-Auxois sur les langues de plateaux et le long des vallées qui les séparent.

À côté des sites isolés, dont les vestiges de surface semblent correspondre plus à de modestes fermes qu'à de vastes *villae*, et des constructions établies le long des axes, sont représentés quatre types de groupements : de la petite ville comme *Alésia*, au hameau comme le groupe de 6 maisons de Villy-en-Auxois, en passant par le village important de Flavigny ou Blessey-Salmaise avec une quarantaine de maisons, et la station routière de carrefour comme Somberton.

(2) - Ce qui ne préjuge en rien des limites plus lointaines du territoire de ce petit peuple séparant les cités lingonne et éduenne dont ils furent successivement les clients.

(3) - Laboratoire de minéralogie de l'Université de Mayence (I. KEESMANN, W. BIRKE, M. DREWS) ; Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de Nancy (A. PLOQUIN), UMR 5060 CNRS de Sévenans-Belfort (Ph. FLUZIN).

(4) - Entre l'étude des ateliers d'*Alésia* et les programmes sur les forges rurales qui font l'objet de cette présentation, s'inséra un programme destiné à identifier les sources d'approvisionnement en fer des forges d'*Alésia* et du Haut-Auxois. C'est ainsi que fut mis en évidence et publié le district sidérurgique éduen du Morvan du Nord avec ses 200 sites de réduction du fer ; sans qu'il soit possible d'y voir l'origine du fer travaillé dans les forges du Haut-Auxois (MANGIN *et al.*, 1992).

Les auteurs

* Professeur émérite des Universités
Université de Franche-Comté, UMR 5060 du CNRS
"Métallurgies et Cultures",
F - 90 400 SÉVENANS-BELFORT

** Directeur de l'UMR, 5060 du CNRS "Métallurgies et Culture",
F - 90 400 SÉVENANS-BELFORT

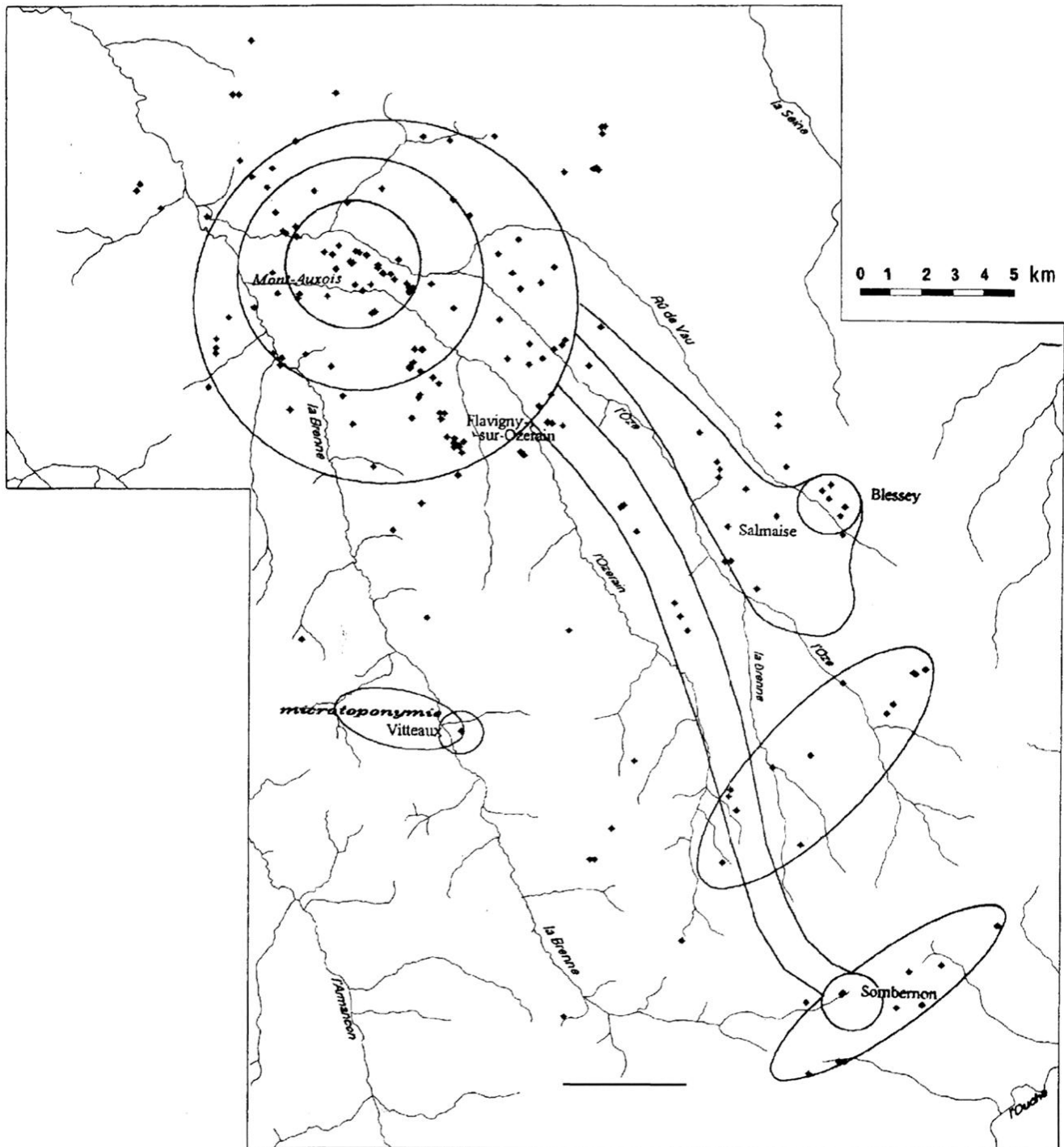


Fig. 1 : le Haut-Auxois. Distribution des noyaux d'occupation (extrait de MANGIN *et al.*, 2000a, fig. 100, p. 381).

Quarante-cinq ateliers de travail du fer ont été répertoriés dans les fermes, sur les routes et dans les groupements sans prendre en compte les cinq ateliers réétudiés d'*Alésia* parmi les dizaines qui ont été repérés ou fouillés sur le site (fig. 2).

C'est dire qu'un tiers des habitats bien attestés a livré un ou plusieurs ateliers. Les chiffres fournis pour les quelques cas de régions comparables qui ont fait l'objet d'un recensement sont trop divergents pour permettre actuellement des confrontations significatives. Seul le finage dolois dans le bas-Jura

fournit des proportions identiques (FAIVRE *et al.*, 1998 ; RAISSOUNI, 1995). Mais le développement des inventaires régionaux et l'attention portée depuis quelques années, lors des prospections, aux déchets de travail du fer et plus seulement aux témoins classiques de l'occupation, laisse espérer la constitution d'un corpus suffisant pour discuter de l'importance de cette activité dans les campagnes. Encore faudrait-il ne retenir dans le dossier que les seuls résultats des inventaires récents de façon à comparer ce qui est comparable, fournir avec précision les conditions de découverte (de surface

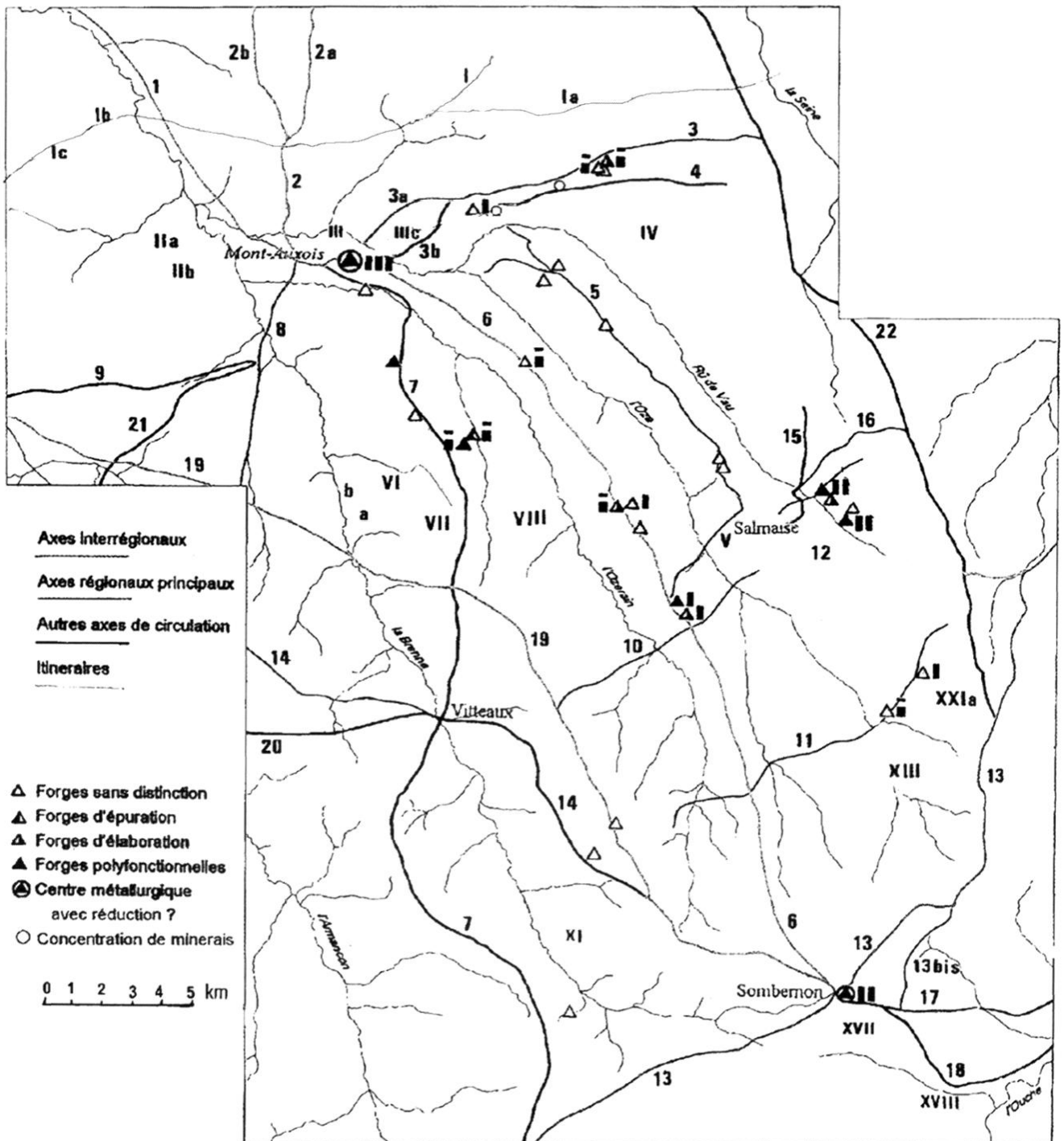


Fig. 2 : le Haut-Auxois. Le réseau des voies avec forges routières (d'après MANGIN *et al.*, 2000a, fig. 27, p. 154).

ou en fouilles), quantifier et décrire les *artefacts*, ce qui est actuellement loin d'être le cas dans les publications même récentes (*cf.* plusieurs bilans dans POLFER, *dir.*, 1999, par exemple).

Outre l'intérêt que constituent d'une part cette proportion de forges par rapport au nombre d'habitats et, d'autre part, l'établissement d'un dossier précisant la chronologie, le type et l'importance relative des découvertes (MANGIN *et al.*, 2000a, tabl. VII, p. 181-183), ce qui ressort de plus frappant est la proportion étonnante de sites avec forges établis sur les grands axes de circulation bien

attestés : 26 ateliers sur les 45 retenus sont sur les routes, soit 58 % (*ibidem*, p. 178).

C'est dire que l'activité sidérurgique du Haut-Auxois, bien que plurielle, est fréquente mais pas systématique dans les fermes et qu'elle est plus liée à la circulation qu'aux habitats ruraux isolés.

HABITATS, PARCELLAIRE ET FORGES DU VILLAGE ANTIQUE DE BLESSEY-SALMAISE

En limite orientale du Haut-Auxois, sur le versant occidental de "La Montagne", le site couvre

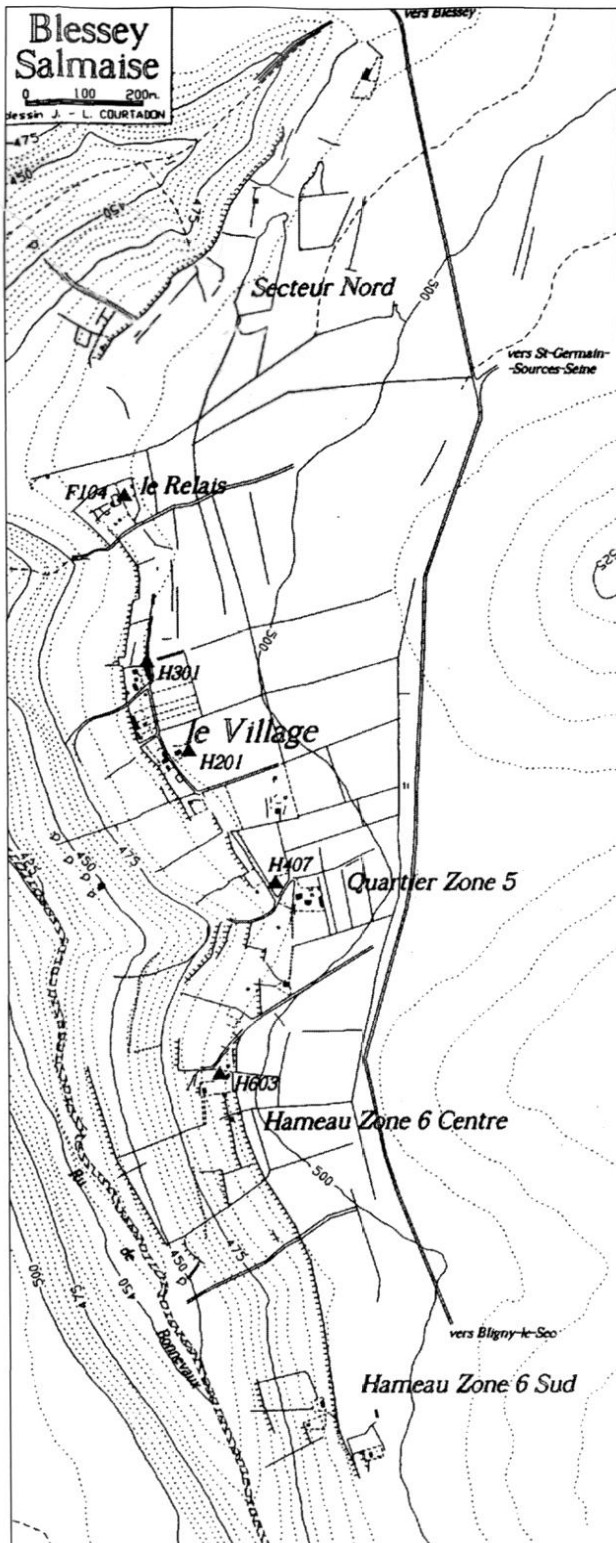


Fig. 3 : Blessey-Salmaise. Habitats, parcellaire et forges (F104, H301, H201, H407, H603), échelle au 1/12 500° (J.-L. COURTADON del., extrait de MANGIN et al., 2000b, fig. 63, p. 217).

140 hectares de parcellaire sur les deux communes voisines de Blessey et de Salmaise, à 900 m au sud-ouest des "Sources de la Seine". Il comporte plus d'une trentaine d'habitats dans des enclos juxtaposés le long d'une rue nord-sud qui structure l'ensemble du site.

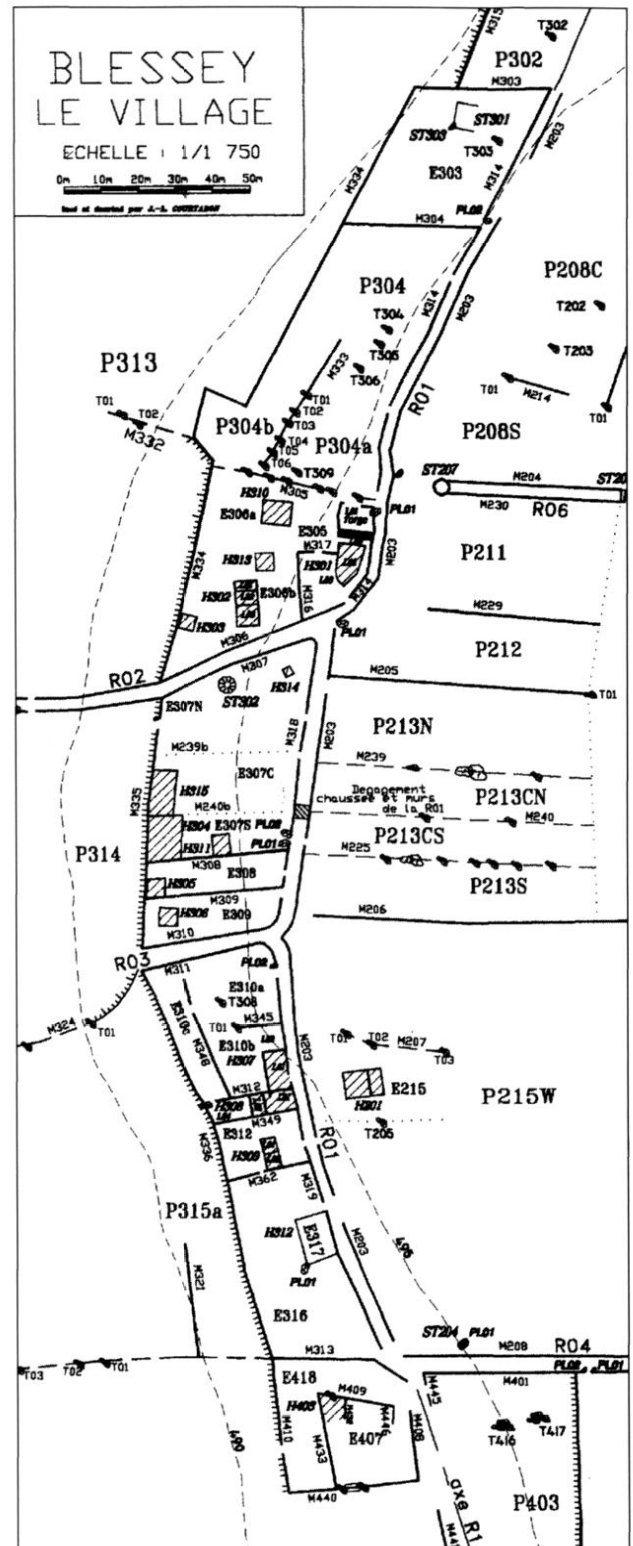


Fig. 4 : Blessey-Salmaise. Le « village » : les habitats dans leurs enclos et les deux forges H301 et H201, échelle au 1/1750° (extrait de MANGIN et al., 2000b, fig. 10, p. 66).

De part et d'autre des trois groupements d'habitats qui s'échelonnent sur cette rue, s'étend un parcellaire étroitement adapté à la topographie (au sein duquel sont insérés plusieurs gros habitats). Ses murées atteignent une longueur cumulée de plus de 20 km. L'ensemble est délimité à l'ouest par une vallée encaissée et son ruisseau et, à l'est, par une murée continue avec ou sans talus de 2 800 m de longueur.

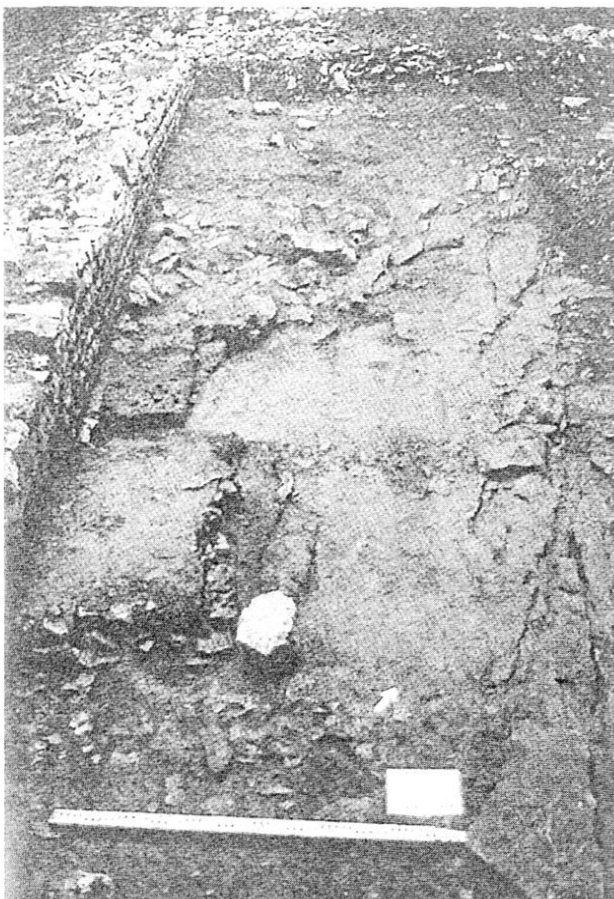


Fig. 5 : Blessey-Salmaise. La forge F104 du relais, sur le chemin des "Sources de la Seine" vers le Haut-Auxois (cliché M. MANGIN).

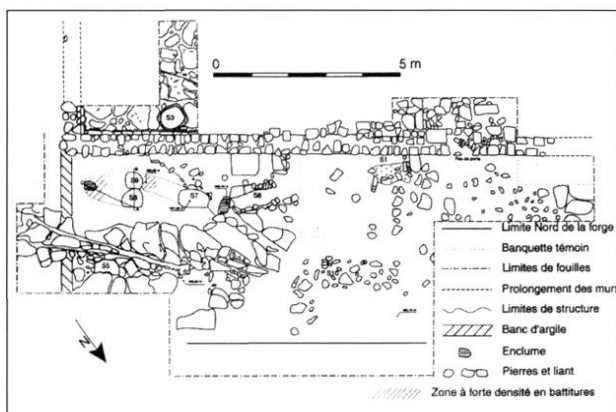


Fig. 6 : Blessey-Salmaise. La forge F104 du relais, sur le chemin des "Sources de la Seine" vers le Haut-Auxois, (A. FAIVRE del. ; extrait de MANGIN et al., 2000b, fig. 67, p. 232).

Il faut noter que les cinquante hectares de parcellaire qui ont été relevés en 2001 sur les 900 m qui séparent le Nord-Est du site des "Sources de la Seine", ont une organisation analogue, mais sont séparés du parcellaire du village par cette murée qui marque donc fortement une limite territoriale à la manière d'une enceinte (MANGIN et al., 2002).

Si les trois grandes fermes qui s'échelonnent sur le plateau au sein du parcellaire rural n'ont livré

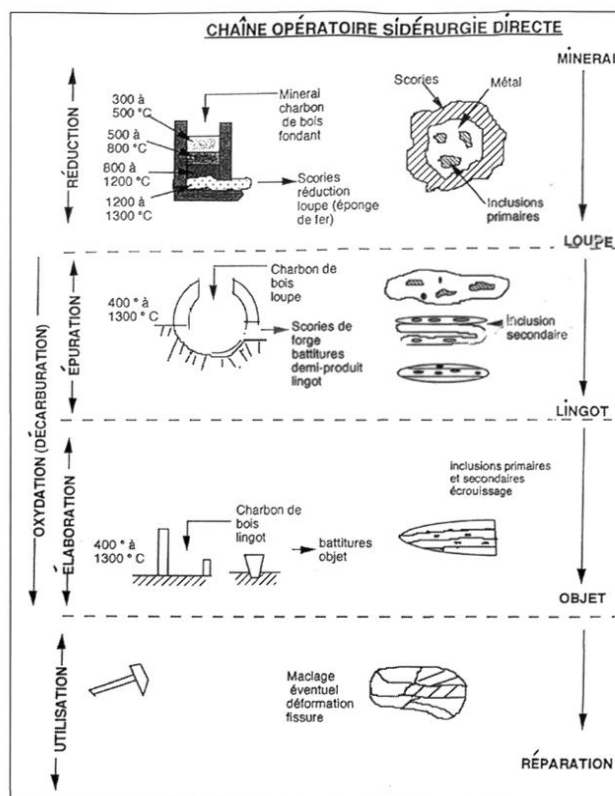


Fig. 7 : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe (Ph. FLUZIN).

aucune scorie, en revanche, chacun des trois groupements alignés sur la rue principale dispose de forges : deux dans le groupement principal (le « village »), une dans chaque « quartier » ou hameau (fig. 3 et 4). Une cinquième est adossée à un ensemble important de constructions qui est implanté sur l'axe est-ouest qui relie les "Sources de la Seine" avec le Haut-Auxois, au carrefour avec le départ de la rue du village. Seule cette forge de relais a fait l'objet d'une fouille exhaustive (fig. 4 à 6).

Elle couvre une surface importante, 80 m², et a connu deux phases entre l'époque flavienne et le III^e siècle (5). Sous une toiture à un pan, appuyée à l'arrière du bâtiment principal du relais et soutenue au levant par des poteaux, ses trois foyers, deux circulaires en creux et un rectangulaire en pierre, ont produit sur l'enclume de pierre découverte en place, au moins trois tonnes de battitures (6) tandis

(5) - Le mobilier céramique, étudié par P. Barral et M. Joly, est homogène ; en revanche, en stratigraphie, le remplissage de l'espace de travail est scellé par l'effondrement de la toiture avec nivellement postérieur composé de sédiments issus de la forge.

(6) - Ce chiffre, apparemment exceptionnel dans la bibliographie, résulte de mesures précises du pourcentage de battitures prises sur de larges échantillons répartis sur l'ensemble de la surface de la forge et représentatifs du volume total de sédiments (cf. FAIVRE, dans MANGIN et al. 2000b, tabl. X, p. 242).

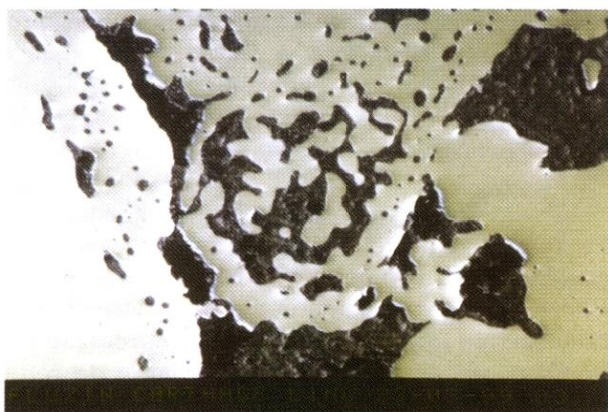


Fig. 8 : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe : la réduction, indices métallographiques : agglomération et densification concentriques au milieu d'un lingot de Carthage (cliché Ph. FLUZIN).

que 86 kg seulement de scories sous forme de nodules ou de petits culots ont survécu sur place. Les objets découverts dans le remplissage sont exclusivement des milliers de clous de chaussures (cf. *infra*, fig. 16).

LA PETITE SIDÉRURGIE SUR LE TERRAIN

La chaîne opératoire : principes et bases d'étude

Les stades successifs de la chaîne opératoire qui conduit du minerai à l'objet, selon le procédé direct c'est-à-dire avant l'avènement du haut fourneau, (fig. 7) sont maintenant bien explicités dans les publications françaises (SERNEELS, 1998 ; FLUZIN, 2000a, fig. 29 et 30, p. 186 et 188 ; PLEINER, 2000). Deux questions surtout devaient être résolues dans

les recherches sur la sidérurgie du Haut-Auxois :
 - d'une part, cette région réduisait-elle le minerai sur place ou importait-elle du fer prêt à l'emploi ?
 - S'il s'agissait d'une région de traitement du métal importé, sous quelle forme celui-ci arrivait-il ?
 Nécessitait-il une épuration avant élaboration des objets à la forge ? Autrement dit, l'étude des vestiges découverts dans les ateliers permettait-elle de distinguer les deux derniers stades du travail regroupés sous le terme de post-réduction ?

Les 70 analyses chimiques prises en compte et surtout les examens métallographiques d'une cinquantaine d'échantillons représentatifs d'une dizaine d'ateliers effectués dans les trois laboratoires cités *supra*, ont permis de répondre très largement à ces deux questions, la réponse à la seconde étant, et de loin, la plus novatrice grâce aux examens métallographiques.

La réduction : une petite réduction marginale sur deux sites

Rapporter toute scorie de fer au premier stade de la chaîne opératoire, la réduction, sur tous les sites antiques, notamment sur les *oppida* laténiens et dans les bourgades gallo-romaines était un fait général en France dans les années quatre-vingt. Dès la décennie suivante, les contacts qui se multipliaient avec les chercheurs de Scandinavie ou d'Europe centrale, notamment de Tchécoslovaquie, montrèrent que la réduction (fig. 8) était l'apanage de districts bien précis au moins pour la période antique. L'existence d'une petite réduction à

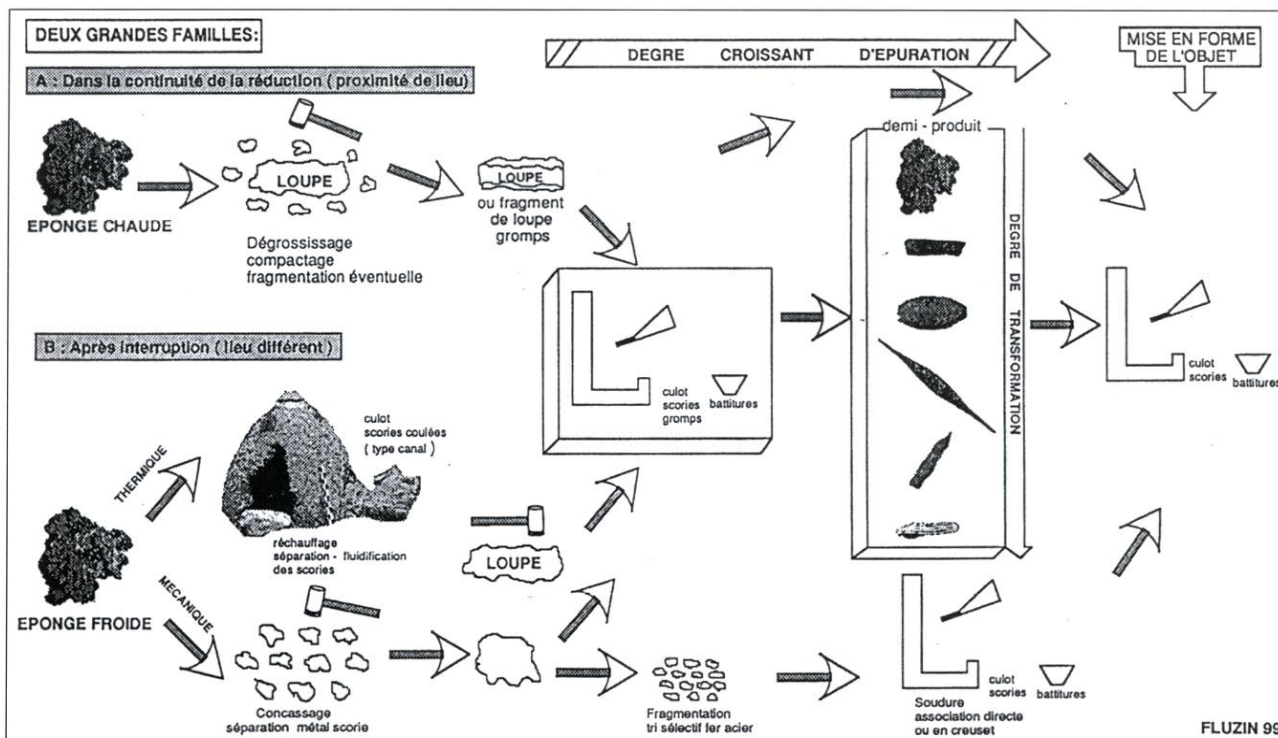


Fig. 9 : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe : l'épuration, essai de typologie des pratiques (Ph. FLUZIN).

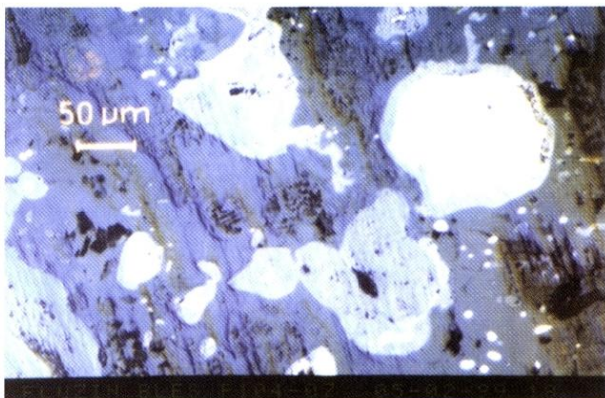
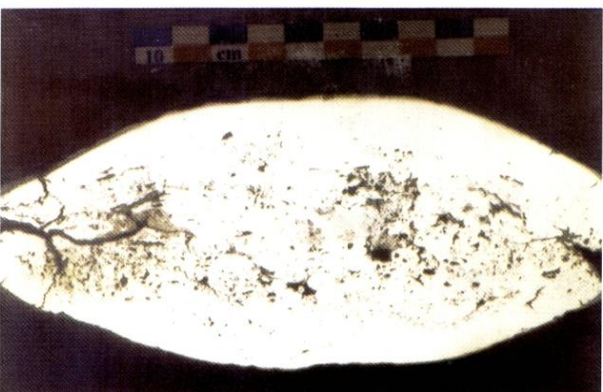


Fig. 10 : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe : l'épuration, réoxydation à chaud ; culot provenant de la forge F104 de Blessey-Salmaise, (cliché Ph. FLUZIN).



Fig. 11 : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe : l'épuration, replis en cours d'écrasement ; scorie provenant de la forge F104 de Blessey-Salmaise, (cliché Ph. FLUZIN).



l'échelle locale fut donc bannie dans les milieux spécialisés francophones, y compris sur des sites comme *Alésia* réputé auparavant comme disposant de toute la chaîne opératoire, interprétation trop générale mais alors excusable.

Or, un des apports des recherches conduites à Sévenans depuis dix ans, fut de montrer que cette possibilité existait : deux sites ont livré des échantillons témoignant d'une petite réduction au sein d'ateliers de forge : *Alésia* et la station routière de Somberton ; sans exagérer l'importance de cette activité, très probablement marginale et peut-être conjoncturelle, elle doit être prise en compte et donner lieu à une réflexion sur les raisons qui justifiaient sa présence : une meilleure connaissance du métal obtenu permettant par exemple, de mieux préparer un petit outillage spécialisé pour les bronziers, ou bien de fabriquer des lames de couteaux de qualité exceptionnelle, et ceci dès le I^{er} siècle avant notre ère, à *Alésia* comme le montre une étude récente (PLEINER *et al.*, sous presse).

L'épuration : une activité réservée à un type d'occupation déterminé : l'habitat groupé

Le stade intermédiaire entre la réduction donnant une éponge (ou loupe) de fer plus ou moins mêlée de gangue de scorie et l'élaboration de l'objet à partir d'un fer propre (barre ou lingot) s'effectue

Fig. 12, ci-contre, à gauche : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe : l'épuration, replis en cours d'écrasement avec remplissage partiel de silice ; centre d'un lingot découvert en prospection de surface à Coulmier-le-Sec en Châtillonnais, (cliché Ph. FLUZIN).

Fig. 13, en bas, à gauche : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe : l'épuration ; section d'un lingot découvert en prospection à Coulmier-le-Sec, département de la Côte-d'Or ; poids 4,7 kg, L. 16,3 cm, section médiane 7,5 x 7,2 cm (cliché Ph. FLUZIN).



Fig. 15 : la forge : chute de métal avec empreinte de tranche à chaud provenant de la forge H603 de Blessey-Salmaise (30 mm x 22 mm x 7 mm, poids 29 g (cliché Ph. FLUZIN).

d'abord sur le lieu de la réduction puis dans la forge où le fer est préparé pour l'élaboration de l'objet (fig. 9). Le premier cas n'est guère représenté dans les fouilles en Occident antique ; un seul exemple est bien attesté : une forge juxtaposée à la batterie de bas fourneaux sur le site des "Martys", dans la Montagne Noire (DOMERGUE, 1993, p. 317-321). Le second commence à l'être, notamment pour une série de sites du Haut-Auxois et de Blessey.

Différencier, dans le même atelier, les déchets issus de l'épuration de « fer sale » (loupe et fragment de loupe à peine dégrossis ou mal épurés) et ceux provenant de l'élaboration d'objets à partir du fer purifié n'est pas simple. Les critères discriminants mis au point progressivement à Sévenans à partir des échantillons du Haut-Auxois et de Blessey puis d'échantillons provenant d'autres sites des Gaules ou d'expérimentations, sont maintenant bien assurés (morphologie des fragments métalliques, hétérogénéité du métal, nombre et morphologie des replis, oxydation à chaud, écrouissage, densité nature et déformation des inclusions (FLUZIN, 2002). Une des découvertes les plus parlantes a été, par exemple, la mise en évidence, dans les scories, de « replis » dont les différentes formes correspondent aux étapes successives du travail d'épuration thermomécanique sur l'enclume de pierre ou de bois et sous le maillet (fig. 10 à 13).

Les analyses chimiques, effectuées « en aveugle » au Centre de Recherches géologiques et géochimiques de Nancy-Vandoeuvre par A. Ploquin, avaient souligné parallèlement aux examens métallographiques effectués à Sévenans, la probabilité de l'épuration (héritage chimique par rapport au minerai, comportement des éléments sidérophiles - Ni, Co - et sidérophobes - Be, Y, Sc. - (MANGIN *et al.*, 2000a, p 271-283 et p 351-353) dans les quatre sites d'habitats groupés d'Alésia, Somberton, Flavigny et Blessey et, pour ce dernier, dans la forge du relais et non dans les quatre autres forges villageoises (fig. 2). Les examens métallographiques ont confirmé ce constat en y ajoutant seulement un site de forge installé dans un habitat isolé ; mais celui-ci n'est pas dans une position aléatoire : il est intégré à une construction située sur un carrefour de voies important sur l'axe directeur du Haut-Auxois, à mi-chemin entre Alésia et Somberton à Boux-sous-Salmaise, "La Feuillerotte" (MANGIN *et al.*, 2000a, p. 247-248). Aucun témoin d'épuration n'a été noté, en revanche, dans les ateliers isolés dans les campagnes ou sur l'ensemble des axes routiers en dehors de ce cas.

Contrairement à une hypothèse avancée dans un passé récent à la suite de constats ponctuels, la taille des culots de scories plano-convexes n'est pas un critère discriminant : les culots les plus volumineux

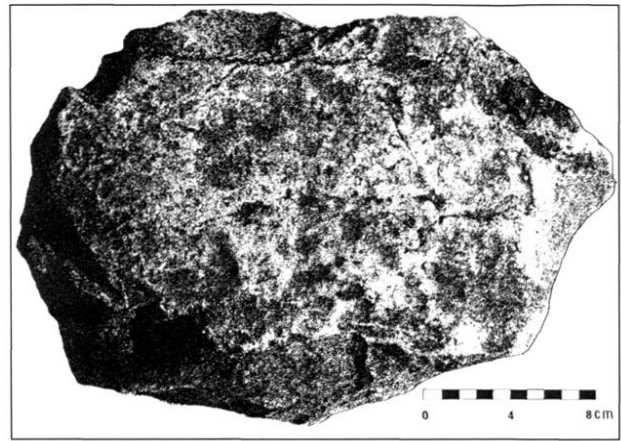


Fig. 14 : la chaîne opératoire du fer en sidérurgie directe : la forge. Enclume de pierre en calcaire local découverte en place à 1,20 m d'un des deux foyers creux de la forge du relais F104 ; Longueur 0,33 m, largeur 0, 20 m, hauteur 0, 17 m, table globalement rectangulaire de 0, 27 x 0,18 m, poids 18 kg (dessin et étude A. FAIVRE ; cliché Ph. FLUZIN).

(jusqu'à 2 kg chacun) ne signent pas obligatoirement le travail d'épuration ; ceux de l'atelier du relais de Blessey, par exemple, sont très modestes bien que l'épuration y soit largement attestée à partir de caractères visibles au microscope dans les scories, par exemple, comme les différents stades de déformation des replis de métal (fig. 11). Si le volume n'est pas significatif, en revanche, l'est la proportion de métal perdu dans le foyer de forge et qui se retrouve dans les culots : elle est d'autant plus faible que l'activité s'éloigne de l'épuration pour privilégier la mise en forme d'un objet (ceci ne tient pas compte du cas particulier du recyclage).

Il est possible que les foyers circulaires en creux de la forge F104 du relais de Blessey-Salmaise (fig. 5 et 6) correspondent aux activités de forge proprement dite tandis que le foyer rectangulaire était consacré à l'épuration du fer sale importé. Cette interprétation n'est qu'une hypothèse ; mais elle repose sur les exigences du fonctionnement de l'atelier qui conditionnent la structuration de celui-ci. Qu'il soit à fonction unique ou à deux fonctions complémentaires comme l'atelier de Blessey, en effet, l'organisation de l'atelier est imposée par les

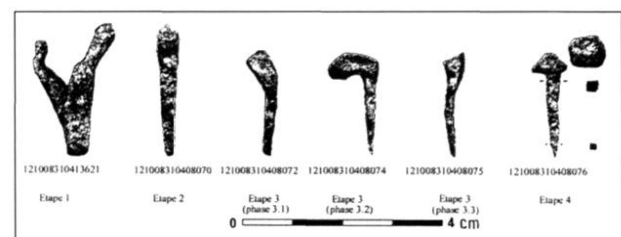


Fig. 16 : la forge F104 de Blessey-Salmaise ; clous de chaussures. Méthode de fabrication des clous de chaussures restituée à partir des objets découverts dans les sédiments nivelant les foyers de la forge (A. FAIVRE et P. MERLUZZO, dans MANGIN *et al.*, 2000b, fig. 72, p. 253).

conditions de travail particulières demandées par le métal. Dans tout atelier dont les vestiges sont en place, on doit trouver à une distance d'un mètre à un mètre cinquante de rayon autour du foyer, l'aire de travail avec l'enclume (fig. 14) et les battitures matérialisant l'emplacement où travaille le forgeron. C'est la température exigée par le travail du fer à la forge qui impose cette structuration comme c'est elle, on le verra, qui doit être prise en compte pour discuter du " recyclage " des objets de fer. De même, c'est le maintien de la température et son estimation grâce à la couleur du métal qui comptent et exigent un espace sombre et une concentration du vent plus ou moins focalisé suivant le type d'objet que l'on travaille et donc l'utilisation de soufflets dont la souplesse et la rapidité de maniement comptent plus que la taille.

Les travaux d'élaboration des objets

Si les ateliers des quatre groupements et d'un carrefour épurent le fer « sale », ils pratiquent aussi l'élaboration des objets. C'est dire que tous les ateliers dont les échantillons ont été étudiés en laboratoire sont des ateliers de forge proprement dite, ceux des « habitats groupés » pouvant pratiquer en même temps l'épuration, les autres n'utilisant qu'un fer propre sous forme de lingots ou de barres importés des forges des premiers.

Les lingots et les barres sont des découvertes rares, mais elles existent et montrent que le métal utilisé est de qualité satisfaisante même si tel ou tel lingot révèle encore des inclusions témoignant d'une épuration incomplète (fig. 12 et 13).

Il n'est pas toujours possible de définir le type d'objet fabriqué : les soies abandonnées sous forme de rebut ou les fragments de fer montrant des indices du travail comme des coups de tranche à chaud ne sont pas significatifs à cet égard (même si d'intéressants constats peuvent être faits comme le calcul de la largeur de l'outil coupant, 16 mm) ou la structure visible à partir de l'examen micrographique (fig. 15).

Un cas fait pourtant exception : la forge du relais de Blessey-Salmaise dont le remplissage a livré près d'un millier de clous ou de fragments de clous de chaussures (7) à l'exclusion de tout autre objet en quantité notable (FAIVRE, 2000b, p. 243-254, tabl. XIII, fig. 71 et 72). Il a été possible, à partir des séries de clous et de fragments, de reconstituer la chaîne de travail conduisant à l'objet fini (fig. 16). Il existe donc des ateliers spécialisés dont les déchets montrent la diversité des qualités du fer travaillé et celle des étapes du travail dont ils ont fait l'objet.

(7) - Étude de Faivre et Merluzzo au *Laboratoire d'Archéologie des Métaux de Nancy-Jarville*.

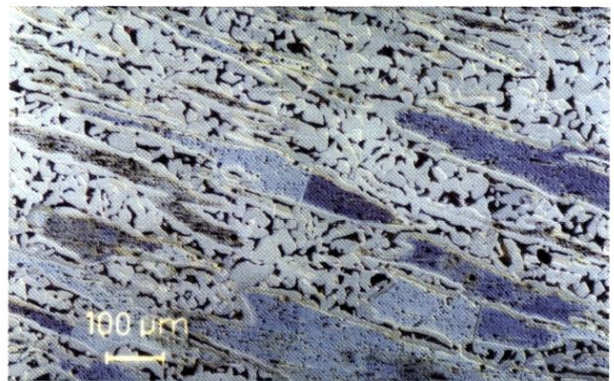


Fig. 17 : la forge : élaboration de l'objet. Microdamas (fer en blanc et bleu, acier en noir) ; chute provenant de la forge F104 de Blessey-Salmaise (cliché Ph. FLUZIN).

Un exemple de travail de qualité exceptionnelle est celui fourni par deux fragments de barres en microdamas issus de deux ateliers situés aux deux extrémités du site de Blessey, celui du relais et celui du petit groupe de fermes du sud du site (H603, fig. 3). L'assemblage fer-acier à l'échelle microstructurale constitue un micro-composite exceptionnel alliant dureté et souplesse (fig. 17). Ce microdamas a été obtenu par dissipation d'énergie de choc consécutive à l'épuration d'un fragment de loupe hétérogène. La localisation de chacune des barres exclut une formation aléatoire du composite. Ces deux échantillons témoignent de la maîtrise acquise par les forgerons du site qui, partant d'un fer « sale » qu'ils importent et purifient, le conduisent jusqu'à cette qualité extrême.

Aucun cas de recyclage du fer n'a été constaté sur l'ensemble des échantillons étudiés. Que peut-on dire de cette activité ? Elle mérite d'être évoquée car il est tentant de lui attribuer telle ou telle découverte d'importance mineure. En effet, les quelques scories retrouvées en prospection mêlées aux moellons, tuiles et céramiques d'habitats isolés peuvent-elles être interprétées comme les déchets d'une forge si modeste qu'elle ne serait qu'une forge dite « de recyclage » ? Il faut d'abord noter que le volume des déchets de surface ne reflète absolument pas l'importance de la forge qui les a produits ; par ailleurs, il n'existe guère, pour les Gaules, d'exemples publiés de forges consacrées exclusivement au recyclage de vieux fers : même celui de Nailly, dans l'Yonne, avec des déchets caractéristiques - les culots par exemple incluant des fragments de métal et des battitures - est discuté (DUNIKOWSKI *et al.*, 1998). Il est évident que l'on réutilise des vieux fers dans les forges antiques comme à toutes les périodes ; mais ce n'est qu'un complément au « fer neuf » et les critères permettant de distinguer les déchets issus de l'utilisation des « vieux fers » ne sont guère évidents.

De plus, techniquement, le recyclage du fer, à la différence des non ferreux, exige des conditions bien particulières qui en limitent la fréquence et

l'importance (8). Il ne semble donc guère judicieux de postuler des ateliers de recyclage pour justifier la modestie des déchets de travail récoltés en prospection sur les habitats ruraux antiques.

Il serait nécessaire de mieux définir un vocabulaire adapté aux différentes formes possibles de travail en forge d'élaboration outre l'utilisation du « fer neuf » : de la réparation au recyclage en passant par ce qui peut être un travail utilisant exclusivement du métal de récupération, dans les ruines d'une *villa* par exemple.

LES FORGES RURALES DU HAUT-AUXOIS ET DE L'AGGLOMÉRATION DES "SOURCES DE LA SEINE" : ACQUIS ET QUESTIONS

UN EXEMPLE DE ZONE DE PETITE SIDÉRURGIE GALLO-ROMAINE

Cette étude, large sur le terrain et précise en laboratoire, montre qu'il pouvait exister dans le monde rural gallo-romain des régions où la forge était omniprésente tant en agglomération que sur les routes et dans les fermes. Ici, le travail du fer devait venir en complément de l'activité rurale, parallèlement aux productions d'*Alésia* destinées préférentiellement aux besoins de la ville très probablement, tout au moins d'après les séries conservées dans les collections du musée. Ce constat n'a rien d'original, mais il semble encore plus souvent postulé que démontré par une exploitation systématique de la documentation de terrain. Il faudrait définir le type de production de ces forges rurales ou routières du Haut-Auxois, et de régions analogues, et ne pas seulement évoquer la fabrication et la réparation d'outillage agricole et de pièces de charonnerie. Mais la documentation fait le plus souvent défaut, du fait du trop petit nombre de forges fouillées récemment dans chaque région, sans parler des lacunes inhérentes à la récupération (SERNEELS, 2000, p. 3).

Les études de laboratoire ont mis en évidence le bon niveau technique des forgerons mandubiens et ceci dès le début du I^{er} siècle avant J.-C., tout au moins sur l'*oppidum* d'*Alésia*.

Cette importance de la forge est-elle une exception ? C'est peu probable, sinon pour la ville d'*Alésia* qui a livré un nombre exceptionnel de forges, du moins pour ses campagnes. Mais il faudrait des études comparables plus nombreuses pour pouvoir en juger : les bilans présentés dans différents colloques ces dernières années n'apportent guère, pour l'instant, d'exemples probants dans ce domaine.

On se contentera de rappeler que la sidérurgie semble une des activités importantes des artisans

éduens (9) et sénon (MANGIN *et al.*, 1995), mais les études conduites sur les territoires de ces peuples portent sur des régions de production primaire ; pour les forges, il s'agit toujours de sites isolés, dans les agglomérations ou les *villae*, jamais de « zones de forges » comme le Haut-Auxois.

UN EXEMPLE D'ÉTUDE PLURIDISCIPLINAIRE

Les conditions d'une étude valide

Si l'étude simultanée et complémentaire de l'occupation du sol, de la circulation et des forges et si le nombre de sites ayant livré des scories suffit pour discuter de la petite sidérurgie rurale sur des bases assez larges et bien insérée dans son cadre, les sites fouillés sont trop peu nombreux, notamment hors des quartiers de forgerons d'*Alésia*.

Les bases de l'étude en laboratoire sont, en revanche, suffisantes par le nombre de sites concernés, la diversité de leur implantation, les types d'études et la série d'échantillons analysés ou examinés par gisement (10).

Apports méthodologiques : les critères "discriminatoires"

C'est dire que peuvent maintenant être validés les acquis des travaux portant sur les forges du Haut-Auxois et de Blessey, notamment ceux qui

(8) - Contrairement aux non ferreux dont les points de fusion sont relativement bas, le fer et l'acier nécessitent, pour être recyclés, des températures élevées et une grande maîtrise de celles-ci (problèmes de soudure). Le fer, d'autre part, ne se recycle qu'à partir du moment où les fragments sont assez gros, car le fer s'oxyde rapidement lors du travail, la perte au feu peut donc être importante (les expérimentations indiquent un minimum d'environ 10 % en masse). Elle est encore plus forte pour l'acier qui a tendance à « brûler » plus facilement, compte tenu d'un point de fusion plus bas que le fer. Une forge de recyclage, pour être ainsi définie, doit bénéficier d'une fouille précise, d'une étude fine des déchets et de prélèvements en fouille ou de ramassage en prospection de type particulier, notamment pour les scories de petite taille et les battitures.

(9) - Les Mandubiens sont voisins des Éduens et s'ils ont été clients des Lingons au début de l'époque romaine, ultérieurement, ils le deviennent des Éduens.

(10) - Les analyses de Mayence (220 analyses de 7 types) et les analyses chimiques de Nancy étaient pionnières à leur époque et ont été à l'origine de la création de la base de données Palsid du CRPG de Nancy (héritage chimique des différents minerais, liens réduction-forge), riche maintenant de milliers d'analyses. Les échantillons du Haut-Auxois ont été de même ces dernières années à la base des dossiers micrographiques d'examen métallographiques qui se multiplient à Sévenans pour l'ensemble des Gaules et touchent actuellement l'Afrique et l'Asie.

concernent l'établissement d'une série de critères microstructuraux, dits discriminatoires (filaments de métal concentriques, nombre, taille et morphologie des replis, oxydation à chaud, écrouissage...),

qui ont permis non seulement de distinguer les lieux de réduction et de post-réduction mais aussi les étapes successives des travaux effectués dans les forges (FLUZIN, 2000a, fig. 30, p. 188 et FLUZIN, 2002).

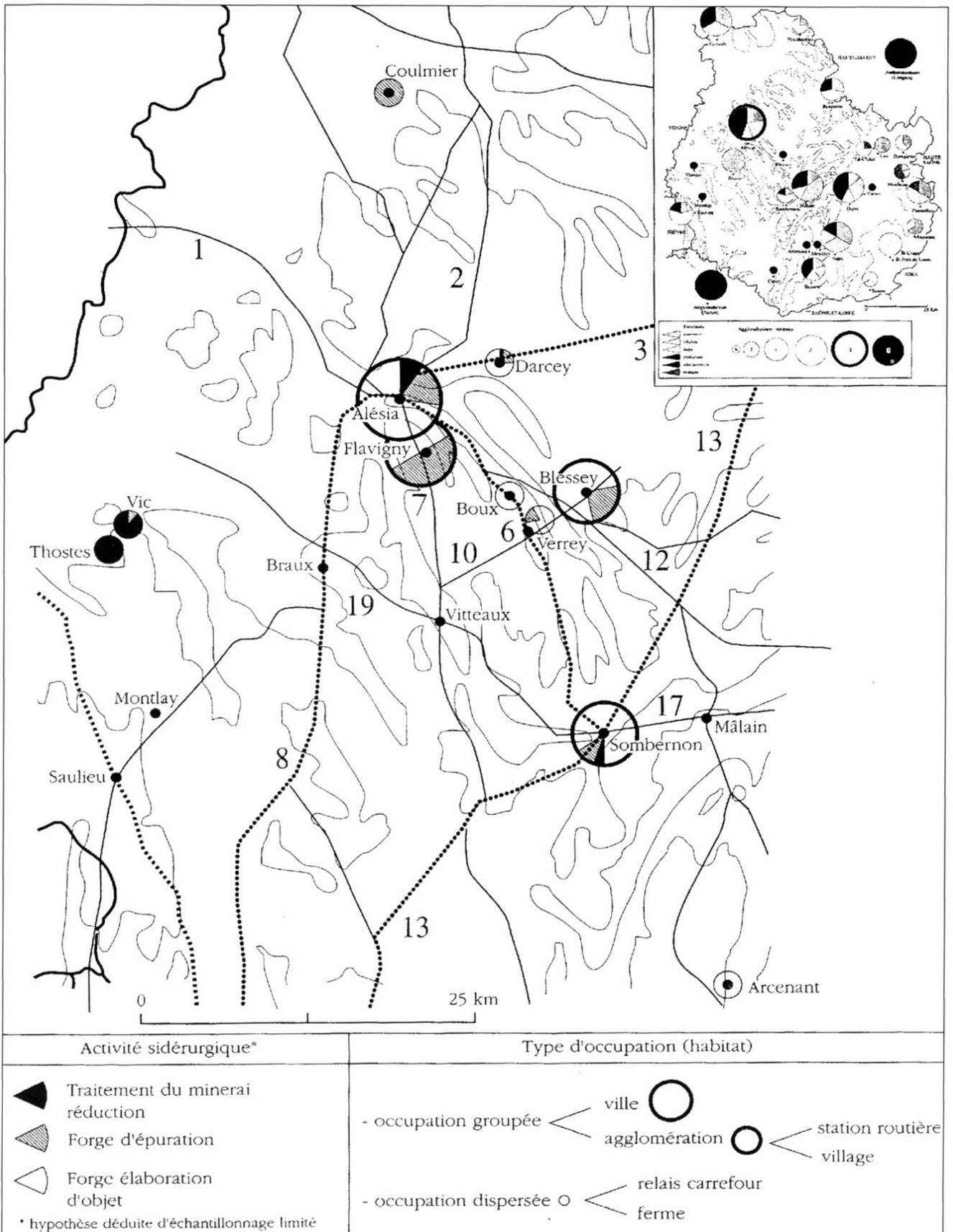


Fig. 18 : le Haut-Auxois. Essai de typologie du travail du fer et hiérarchisation des sites de travail (Ph. FLUZIN & M. MANGIN).

Sans ces conditions, l'organisation du travail et de la production non seulement au sein de chaque forge, mais aussi au niveau régional, n'aurait pu être mise en évidence.

Une meilleure compréhension de l'organisation de la petite sidérurgie rurale

En effet, on dispose d'assez d'indices pour proposer un exemple d'organisation de la petite sidérurgie dans une région rurale densément occupée dans la dépendance d'un lieu central, en l'occurrence une petite capitale de Pays, active elle aussi, depuis ses origines, dans le domaine de la production métallurgique.

Il existe ici deux systèmes juxtaposés sur un même territoire : d'une part, celui qui fonctionne dans une petite ville avec liaison étroite entre le travail du fer et celui du bronze tant pour La Tène finale que pour l'époque romaine (MANGIN, 1981 ; RABEISEN, 1993 ; BENARD, 1997) ; d'autre part, celui qui tisse son réseau dans les campagnes et sur les routes de la région (11).

Les liens juridiques que peuvent entretenir ces deux systèmes restent à définir : comment mettre en évidence une éventuelle dépendance entre forgerons des deux systèmes ? En revanche, la similitude des techniques utilisées dans les ateliers de la ville et de ses campagnes est suffisante pour parler d'un même monde dans le domaine technique.

À l'intérieur du système rural lui-même, les forges des campagnes du Haut-Auxois et de ses marges lingonnes entretiennent des relations clairement attestées par les études de laboratoire :

- Les groupements, tout en forgeant pour les besoins de leurs habitants, notamment pour les besoins agricoles, préparent, en l'épurant un métal « brut » plus ou moins onéreux suivant sa qualité, qui sera utilisé dans les forges voisines et dans les forges des sites ruraux et routiers de la région ; tout un réseau de diffusion du métal épuré est ainsi organisé à partir des quatre groupements répartis sur l'ensemble du territoire : d'Alésia et Flavigny au nord, jusqu'à Somberton à 30 km au sud et à Blessey-Salmaise, au sud-est (fig. 18). À cette distribution et à cette complémentarité, il faut ajouter des spécialisations ponctuelles comme celle qui concerne la fabrication de clous de chaussures dans la forge du relais de Blessey, sur le chemin de pèlerinage conduisant du sanctuaire des "Sources

de la Seine" à ceux du Haut-Auxois, notamment à ceux d'Alésia, « ville de sanctuaires et de marché » comme Jules Toutain, directeur des fouilles de 1906 à 1958, qualifiait le site à juste titre ;

- La proportion étonnante des forges installées le long des axes (« forges routières » ou sortes de « stations service multifonctionnelles ») est probablement à mettre aussi en relation avec l'intensité des échanges entre forges internes à la région et avec la densité de la circulation externe attestée par celle du réseau routier (fig. 2 et 19).

Ainsi, doit-on voir la circulation des marchandises avec les besoins en métal qu'elle induit, mais aussi la circulation des produits métalliques à plusieurs niveaux :

- à l'intérieur des groupements eux-mêmes entre les forges à fonctions complexes et les simples forges d'élaboration d'objets comme à Blessey ou entre les différents ateliers métallurgiques comme à Alésia ;
- au sein de la région entière entre les forges des groupements épurant le métal et les forges des fermes et des routes qu'elles fournissent ;
- avec l'extérieur, enfin, notamment avec les régions de production de fer primaire.

Des questions encore ouvertes

Les relations entre les forges du Haut-Auxois et les régions périphériques ou plus lointaines soulèvent encore plusieurs problèmes qui restent à résoudre (fig. 19, page suivante).

D'une part, d'où vient le fer brut ? Il ne vient pas du Morvan du Nord, même si cette région est proche et génère une abondante production à la même époque : les nombreux travaux de laboratoire, sur des centaines d'échantillons, effectués à Mayence et à Nancy ont montré l'absence de compatibilité chimique entre les déchets issus des deux régions (MANGIN *et al.*, 1992). Il ne peut donc venir que de la région du Châtillonnais, toute proche, au nord, où la réduction est bien attestée à l'époque médiévale à Minot ou à Fontenay (STECK-HAUSS *et al.*, 1995). Un programme de recherche de terrain prouvant l'existence de la réduction sur une large échelle à l'époque antique et une étude en laboratoire, pour vérifier la compatibilité entre les déchets des deux régions, restent à mettre en place. Les expérimentations effectuées sur des minerais du Nord de la zone à la jointure du Haut-Auxois et du Châtillonnais et les résultats d'études de laboratoire sur minerais et déchets, laisseraient penser que les forges importantes de Darcey (Côte-d'Or) liées à une *villa* sur la route du Châtillonnais pourraient avoir joué un rôle de relais pour « des tests de qualité » entre les deux régions (conclusion de P. Andrieux qui a conduit ces opérations (MANGIN *et al.*, 2000a, p. 284-291).

(11) - La petite réduction marginale qui existe dans telle ou telle forge peut être la justification de ces liens étroits entre les deux types de production.

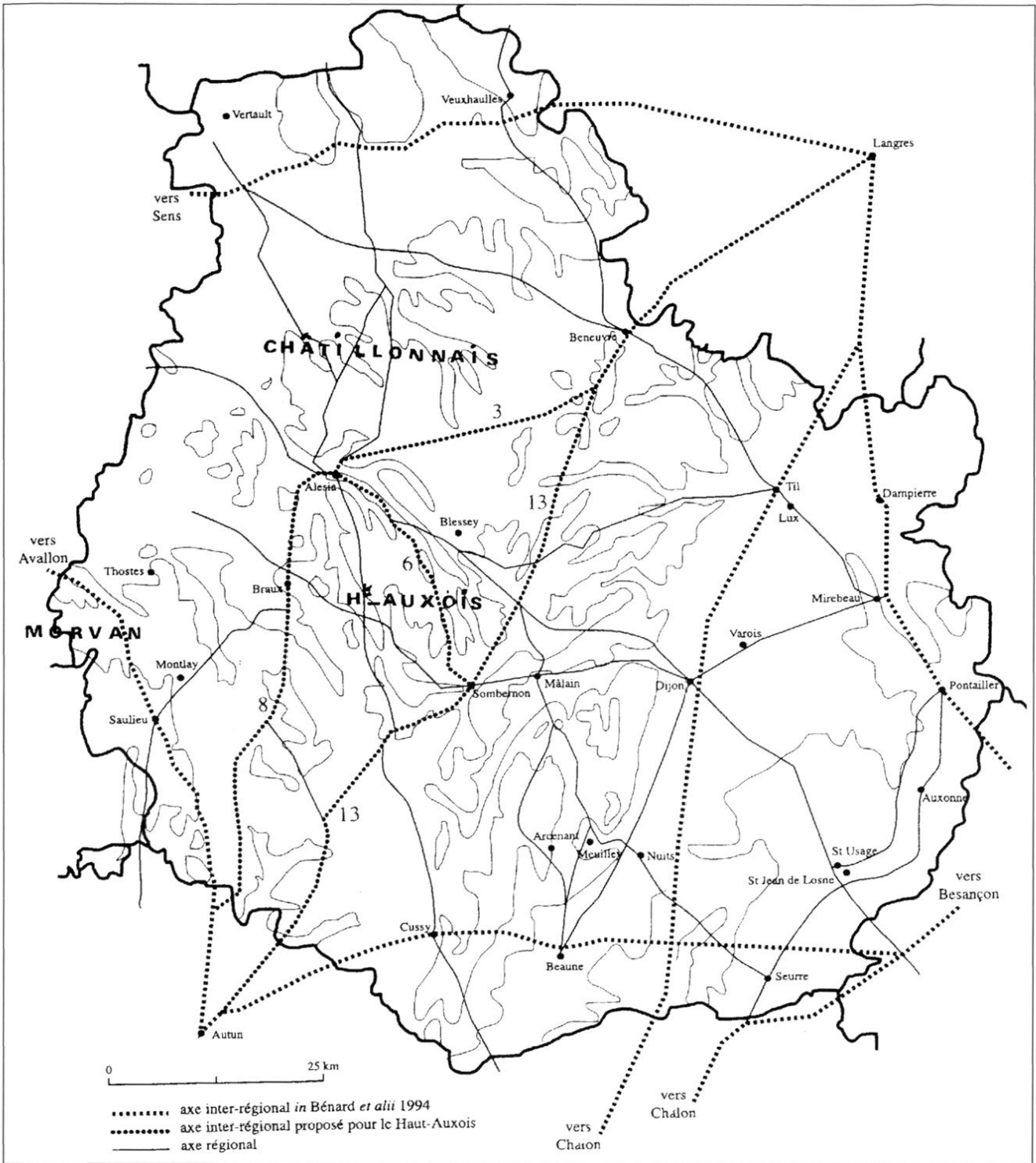


Fig. 19 : la circulation dans le Haut-Auxois entre Éduens, Lingons et Sénons (d'après J. BÉNARD).

D'autre part, sous quelle forme le fer est-il importé dans les forges qui le purifient ? Sous la forme d'éponges issues directement des fourneaux de réduction après un simple dégrossissage à la sortie du four ? Le cas était courant en Afrique encore récemment (FLUZIN *et al.*, 1998). Sous la forme de fragments d'éponge après une première épuration sur place ? Sous la forme de lingots déjà largement épurés allant directement approvisionner les forges d'élaboration ?

Il n'existe actuellement pas de réponse à ces questions, au moins pour la région étudiée. Mais ces constats induisent deux conséquences :
 1°) - l'existence d'un commerce régulier et donc de « grossistes » intermédiaires entre lieux de réduction et régions et sites de forges ;
 2°) - l'existence de deux types de produits approvisionnant les forges dans le monde des Gaules ; d'une part, du fer nécessitant un travail d'épuration et donc peu coûteux au départ : ce serait le cas pour des régions aux revenus modestes comme celle du

Haut-Auxois et de Blessey ; des lingots de qualité d'autre part, pour les forges des sites disposant de moyens financiers leur permettant de se libérer d'un travail en amont de celui pour lequel elles ont été installées.

La définition en laboratoire de la nature des travaux effectués dans les forges des capitales de cité ou les riches *villae* pourrait seule confirmer cette hypothèse qui ne repose actuellement que sur l'existence bien attestée de nombreux lingots de fer épurés ayant circulé dans les Gaules.

BIBLIOGRAPHIE

BÉNARD J. (1997) - « L'agglomération de l'oppidum d'Alesia à La Tène D2 : un exemple de proto-urbanisation en Gaule », *RAE*, 48, p. 119-165.

DOMERGUE C. (1993) - *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire Le domaine des Forges ("Les Martyrs" Aude)*, *Revue archéologique de Narbonnaise*, Suppl. 27).

DUNIKOWSKI C., LEROY M., MERLUZZO P. & PLOQUIN A. (1998) - « Des déchets paléométallurgiques, quels indices pour une forge ? », *Les métaux dans l'Antiquité : travail et restauration*, Actes du Colloque de Poitiers, du 28 au 30 septembre 1995, G. NICOLINI & N. DIEUDONNÉ-GLAD, dir. (Monographies instrumentum, 6), éd. Monique Mergoïl, 34, Montagnac, p. 145-152).

FAIVRE A., MANGIN M. & RAÏSSOUNI B. (1988) - « Forges et forgerons dans les villes et les campagnes de l'Est des Gaules romaines : l'exemple du Haut-Auxois (Côte-d'Or) et du Finage dolois (Jura) », *Les métaux dans l'Antiquité : travail et restauration*, Actes du Colloque de Poitiers, du 28 au 30 septembre 1995, G. NICOLINI & N. DIEUDONNÉ-GLAD, dir., éd. Monique Mergoïl, 34, Montagnac (Monographies instrumentum, 6), p. 13-18, 6 fig.

FLUZIN P. (2002) - « La chaîne opératoire en sidérurgie : matériaux archéologiques et procédés. Apports des études métallographiques » dans *Aux origines de la métallurgie du fer en Afrique*, H. BOCOUM, dir., éditions de l'UNESCO, coll. mémoires des peuples, p. 59-91.

FLUZIN P., PLOQUIN A. & SERNEELS V. (2000) - « Archéométrie des déchets de production sidérurgique : moyens et méthodes d'identification des différents éléments de la chaîne opératoire directe », *Gallia*, 57, Dossier : Mines et métallurgies en Gaule, CNRS, Paris, p. 101-121.

MANGIN M. (1981) - *Un quartier de commerçants et d'artisans d'Alésia : contribution à l'histoire de l'habitat*

en Gaule, Les Belles Lettres, Paris, t. 1, 400 p. ; t. II, 300 p. dont pl. 161-XXVIII (Publications de l'Université de Dijon, LX).

MANGIN M., KEESMANN I., BIRKE W. & PLOQUIN A. (1992) - *Mines et métallurgie chez les Eduens : le district sidérurgique antique et médiéval du Morvan-Auxois*. Les Belles Lettres, Paris. 365 p. dont 104 planches. (ALUB ; 456. Archéologie ; 38).

MANGIN M., LAURENT H., DUNIKOWSKI K., LEROY M. & GROUPE DE L'EST (1995) - « Ateliers et cadre de vie des sidérurgistes de l'Est de la France (fin de l'Âge du Fer, Antiquité romaine et haut Moyen Âge) dans MAGNUSSON G. (éd.) — *The Importance of Ironmaking. Technical innovation and social change : papers presented at the Norberg Conference on May 8-13*, vol. I. Stockholm : Jernkontoret Bergshistoriska Uskott, H 58, p 73-83, 4 fig.

MANGIN M., FLUZIN P., COURTADON J.-L., FONTAINE M.J. & Coll. (2000a) - *Forgerons et Paysans des Campagnes d'Alésia : la terre, le fer, la route en pays mandubien (Haut-Auxois, Côte-d'Or) Ier s. av. J.-C. - VIIIe s. ap. J.-C.*, Monographies du CRA, 22, Valbonne, CNRS Éditions, 512 p.

MANGIN M., COURTADON J.-L., FLUZIN P., DE LACLOS E. & Coll. (2000b) - *Village, forges et parcelle aux Sources de la Seine. L'agglomération antique de Blessey-Salmaise, Côte-d'Or*, Les Belles Lettres, Paris (Presses Universitaires franc-comtoises, 700, Série "Environnement, Sociétés, Archéologie", n° 2), 520 p.

MANGIN M., avec la collaboration de COURTADON J.-L., DE LACLOS E., COUTIER A., FLUZIN P. & équipe de prospection de l'Association METALLA (2002) - *De Blessey Le Chalonge à Saint-Germain Combe des Arnauts : Parcelles et forges entre l'agglomération antique de Blessey-Salmaise et les Sources de la Seine*, Rapport au SRA Bourgogne, Dijon, 75 p., 34 planches et cat. inventaire.

PLEINER R. (2000) - *Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters*, 375 p. et XXIV Pl., Praha, Archeologicky Ustav AV CR.

PLEINER R., FLUZIN P., MANGIN M. *et al.* (sous presse) - *Lingots et couteaux en fer d'Alésia : études archéométriques de pièces inédites*, *RAE*, 51.

POLFER M. (1999) - *Artisanat et productions artisanales en milieu rural dans les provinces du Nord-Ouest de l'Empire romain*, Actes du colloque d'Erpeldange, mars 1999, éd. Monique Mergoïl, Montagnac, (Monographies instrumentum, 9), 290 p.

RAÏSSOUNI B. (1995) - *Mines et métallurgie anciennes en Franche-Comté : la sidérurgie dans le Jura (39) avant le haut-fourneau*, thèse d'Archéologie, Université de Franche-Comté, 2 vol, non publié

RABEISEN E. (1993) - « Fournitures aux armées ? Caractères et débouchés de la production d'équipements de cavalerie à *Alésia* au I^{er} siècle ap. J.-C. », Actes de la Table Ronde, *Militaires romains en Gaule civile*, Centre d'Études Romaines et Gallo-Romaines de l'Université de Lyon III, mai 1991, Lyon, p. 51-71 (Collection du CERGR, n° 11).

SERNEELS V. (1998) - « La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne » dans FEUGÈRE M. & SERNEELS V., dir., *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord occidentale*, Ed. Monique Mergoïl,

Montagnac, (Monographies instrumentum, 4), p. 7-44.

SERNEELS V. (2000) - « Préface », dans FEUGÈRE M. & GUSTIN M. (eds-, *Iron, Blacksmiths and Tools, Ancient European Crafts*, Acts of the Instrumentum Conference at Podsreda (Slovenia) in April 1999, éd. Monique Mergoïl, Montagnac, (Monographies instrumentum, 12), p. 3.

STECK-HAUSS C., GUILLOT I. & BENOIT P. (1995) - « Mines et métallurgie à Minot, Paléométallurgie du fer et Cultures », *Actes du Symposium international du Comité pour la Sidérurgie Ancienne*, (Paul Benoît & Philippe Fluzin dir., éditions Vulcain, Belfort, p. 363-373.