

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^e colloque de l'AFEAF
Toulouse, 20-23 mai 2004

sous la direction de
Pierre-Yves Milcent

Aquitania
Supplément 14/2
— Bordeaux —

Sommaire

AUTEURS7

AVANT-PROPOS13

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 parallèle17

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

Les systèmes de production sidérurgique chez les Celtes du Nord de la France35

J.-B. VIVET,

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

des fouilles d'ateliers et des analyses archéométriques63

L. FOURNIER, P.-Y. MILCENT,

Actualité des recherches sur l'économie du fer protohistorique dans la Région Centre85

Cl. POLO CUTANDO, C. VILLAGORDO ROS,

L'exploitation du fer en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara, Espagne) aux III^e - I^{er} s. a.C.107

POSTERS

D. HONORÉ, G. LÉON, N. ROUDIÉ,

Deux sites de réduction et de forge de l'âge du Fer en Normandie117

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^{er} millénaire a.C. en Europe continentale : potentialités d'études133

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 ancienne145

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^e et IV^e 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 Picardie239

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^e 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 Parisien279

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 Bibracte291

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 ^e -V ^e 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 ^e s. a.C.	417
Remarque conclusive. L'économie du fer protohistorique (VIII ^e -I ^{er} s. a.C.). De la production à la consommation du métal	
V. SERNEELS	425

La consommation du fer :
aspects méthodologiques ;
implications économiques
et sociales

Hallstatt-La Tène : un “sous-âge du Fer” ? Et qu'en est-il de l'époque romaine ?

Lionel Orengo

RÉSUMÉ

On resitue les grandes lignes du cadre économique, social et culturel du fer en Gaule à la fin de la Protohistoire à travers un exposé sur la consommation et la circulation de ce métal. On examine brièvement pour l'âge du Fer puis pour l'époque romaine les évolutions que l'on perçoit tant sur le plan de la consommation (les dépôts et les rejets d'objets en fer) que sur le plan de la diffusion du fer (plus particulièrement les barres improprement dénommées lingots). La période de temps considérée est suffisamment longue (près d'un millénaire) pour prendre la mesure de ces évolutions.

MOTS-CLÉS

fer, âge du Fer, Gaule romaine, habitats, métallurgie, forges, dépôts, rejets, diffusion, barres de fer

ABSTRACT

This general article attempts to reconstitute the economic, social and cultural importance of iron in Gaul at the end of the protohistoric period through a study of the consumption and circulation of this metal. We briefly examine the evolution that is perceptible in the Iron Age and in the Roman period in regard to both consumption levels (hoarding and the presence of scrap iron objects) and in the diffusion of wrought Iron (especially the bars wrongly described as ingots). This is done for a period of approximately a millennium to allow the scale of this evolution to be appreciated.

KEYWORDS

iron, Iron Age, Roman Gaul, settlements, metallurgy, iron forging, hoards, scrap iron, diffusion, bars of raw iron

INTRODUCTION

Cette communication se propose de resituer les grandes lignes du cadre économique, social et culturel dans lequel s'insère le fer en tant que matériau à la fin de la Protohistoire. À cette fin, on a fait le choix de transcender les divisions chronologiques en incluant la période romaine afin de mettre en évidence les évolutions et les ruptures que l'on observe pour la consommation et la circulation de ce métal. Pour cela, nous allons examiner deux principaux aspects :

- la nature et les contextes de déposition des objets en fer. Il s'agit des rejets d'objets, le plus souvent brisés, en contexte d'habitat et des dépôts d'objets, généralement complets, dans des contextes particuliers comme les sanctuaires par exemple ;

- la nature et les formes sous lesquelles était diffusé le fer depuis les ateliers de réduction jusqu'aux forges des habitats. Notre attention se portera plus particulièrement sur les barres de fer.

Une fois que l'on aura discuté de ces deux aspects, nous proposons de les conjuguer dans une brève synthèse sur l'évolution de la consommation du fer depuis le Hallstatt C jusqu'au début de notre ère.

1. NATURE ET CONTEXTES DE DÉPOSITION DES OBJETS EN FER

1.1. Les rejets en habitat

Il s'agit des petits fragments d'ustensiles en fer qui n'ont pas fait l'objet d'une récupération. Leur état de fragmentation était tellement prononcé qu'il en interdisait toute possibilité de recyclage ; ils ont ainsi été abandonnés, en fin de vie "technique". Dans certains habitats de La Tène C et D, ces fragments de fer se comptent par centaines, voire par milliers et accompagnent très généralement des rejets d'autres natures résultant des activités domestiques (faune, céramique...). Plus leur petitesse est accentuée, plus ils témoignent d'une récupération systématique. Une étude quantitative portant sur une petite série de sites d'habitats arvernes datés entre le III^e s. et le début du I^{er} s. a.C. permet d'illustrer l'importance de la récupération des objets en fer,

soit pour être réutilisés sous leur forme initiale, soit pour en recycler le métal¹.

Plus de 4 000 fragments d'ustensiles en fer ont été récoltés (pour une masse totale de 60 kg) dans 4 sites d'habitat. Près des trois quarts de ces éléments pèsent moins de 50 g. Si l'on regarde de plus près ces données, on s'aperçoit que l'écrasante majorité de ces éléments en fer pèsent en fait moins de 10 g par pièce. Au-delà du simple constat que l'on peut faire de l'existence d'un fort taux de fragmentation, un histogramme de fréquence du nombre de fragments² atteste l'existence d'un seuil de masse pour les rejets d'objets en fer, proche de la dizaine de grammes. Les occupants de ces habitats ont, semble-t-il, récupéré les objets les plus volumineux, les plus lourds et par conséquent ceux qui contenaient le plus de métal. En revanche, ils ont jeté tous les petits objets ou débris d'objets dont la petitesse interdisait un éventuel recyclage.

On ne dispose pas de données aussi détaillées pour les habitats des périodes précédentes (premier âge du Fer et La Tène A/B). Toutefois les recherches d'É. Dubreucq permettront, à terme, de combler ce vide³. Le faible nombre de données publiées à ce jour sur les masses de fer récoltées dans les habitats (rejets et dépôts), tant pour l'âge du Fer que pour l'époque romaine limite toute tentative de comparaison. Les données disponibles pour quelques fermes de la fin de l'âge du Fer dans l'Ouest de la France⁴ permettent d'entrevoir que ce type d'habitat se caractérise par de faibles quantités de métal (quelques kilogrammes de fer par ferme). Mais on ne dispose pas de données précises sur l'état de fragmentation des objets (tout au plus quelques dizaines de fragments d'objets pour chaque ferme semble-t-il).

La publication des recherches sur le *vicus* de Winterthur *Vitudurum*, en Suisse (occupé au cours des trois premiers siècles de notre ère) figure parmi les rares données exploitables pour l'époque romaine⁵. Cette publication est d'autant plus intéressante que chaque objet ou fragment d'objet a été inventorié, mais non pesé ; en tout, ce sont près

1- Orengo 2003, 127-133.

2- Orengo 2003, fig. 42.

3- Dubreucq dans ce volume, supra p. 329-354.

4- Guillaumet & Nillesse 2000.

5- Schaltenbrand *et al.* 1996, 227.

de 10 000 objets en fer dont 6 500 clous qui ont été récoltés dans un secteur résidentiel de ce *vicus*, fouillé seulement sur 0,6 hectares ; on a là une image assez fidèle de la nature et de la quantité des rejets accumulés sur plus de 100 ans (du début du I^{er} au début du II^e s. p.C.).

Si l'on ne dispose pas de données précises sur la masse de tous les objets, l'auteur constate que les habitants ont pris soin de récupérer les objets en fer les plus volumineux et que la fragmentation des objets est plus importante dans les couches les plus élevées (les plus récentes ?). Les objets les plus gros récoltés par les archéologues provenaient de contextes archéologiques clos, comme notamment les canalisations. L'auteur constate qu'il y a là relativement peu d'objets en fer ; le terme "relativement" a son importance car pour un spécialiste de l'âge du Fer, c'est à l'inverse une abondance de fer.

Les seules données à notre disposition pour comparer la quantité d'objets en fer rejetés en fin de vie technique dans un habitat de l'âge du Fer d'un type comparable au *vicus* de *Vitudurum* sont celles fournies par les fouilles récentes d'une partie de l'agglomération gauloise d'Aulnat à Gandaillat menées par Chr. Vermeulen (Inrap) sur près de 1,5 hectare. Ce site a été occupé entre le début du III^e s. a.C. et la fin du siècle suivant (depuis la fin de La Tène B2 à la fin de La Tène D1a). Les ensembles funéraires exclus, ce sont les contextes d'habitat du II^e s. a.C. qui ont livré la plus grande partie des vestiges mobiliers. On a dénombré environ 1 200 objets (pour la plupart très fragmentés et non identifiés), pour une dizaine de kilogrammes de fer, tout au plus. Près de la moitié sont des clous, rarement complets. Ces données encore inédites, attestent un rapport de 1 à 10 pour le nombre d'objets (complets ou fragmentés) récoltés d'une part, à Aulnat et, d'autre part, à *Vitudurum*.

Indépendamment d'une discussion sur d'éventuelles conditions de fouilles et de conservation des objets différentes d'un site à l'autre, on constate que les rejets sont dix fois plus nombreux dans un secteur résidentiel d'un *vicus* gallo-romain que dans une portion d'agglomération de La Tène C2/D1, tous deux occupés au cours d'une période de temps à peu près égale. Même en ajoutant les données des fouilles de J. Collis et R. Périchon dans le secteur de *La Grande Borne* (2 200 restes pour une masse de 25

kg, pour la plus grande partie des rejets en fin de vie technique découverts dans d'ensembles des III^e et II^e s. a.C.) les données des deux secteurs du site d'Aulnat (3 400 restes) restent nettement en deçà des 10 000 fragments d'objets de *Vitudurum*⁶. Il s'agit là bien évidemment d'un constat global ne portant que sur deux exemples ; seules des recherches ultérieures menées à partir d'autres exemples permettront de confirmer, ou d'infirmer, cette conclusion.

1.2. Les dépôts

On décrit les rassemblements d'objets en fer dans un même lieu par l'appellation très générale de dépôt. À ce sujet, la table ronde organisée au Centre archéologique européen du Mont-Beuvray par J.-P. Guillaume et G. Bataille a permis d'en resituer les enjeux scientifiques⁷. Indépendamment du contexte archéologique, ce qui distingue les dépôts des rejets est le fait que les premiers rassemblent des objets en fer qui ont été immobilisés en un lieu donné après qu'ils aient été retirés délibérément de la circulation (il ne s'agit pas d'abandon accidentel). Il existe une grande variété de dépôts et l'on ne saurait les ranger dans telle ou telle catégorie sans analyser non seulement ce qu'ils contiennent, mais aussi les raisons qui ont conduit à leur constitution (volonté de thésaurisation, de sauvegarde temporaire, trophée, sacrifice votif...).

Pour l'époque du premier âge du Fer, la déposition d'objets en fer dans des contextes autres que funéraires est mal connue et semble peu fréquente, au contraire, par exemple, des dépôts armoricains de haches à douille en alliage cuivreux du Hallstatt C/D1.

Pour le début du second âge du Fer, on peut citer le cas, peu représentatif puisque unique à ce jour, du dépôt votif de fibules de La Tène A (dont plusieurs exemplaires sont en fer) des sources de la Douix à Châtillon-sur-Seine⁸. Le fameux dépôt de Duchcov et ses 2 000 éléments de parure datés du IV^e s. a.C., ne contient lui que des pièces en alliage cuivreux⁹. Il faut attendre le III^e s. a.C. (fin de La Tène B2 et La

6- Orengo 2003, 132, tab. XV.

7- Les dépôts d'objets métalliques aux âges du Fer (13 et 14 octobre 2004).

8- Buvot 1998, 29.

9- Kruta 1971.

Tène C1) pour voir se multiplier les dépôts d'objets en fer et leurs contextes se diversifier. En plus des dépôts funéraires (armes, éléments de parure et de charbonnerie, chenets...) on voit apparaître des dépôts d'offrandes dans les sanctuaires (principalement des armes, sacrifiées ou non, mais aussi des outils et divers ustensiles en fer) dont la pratique s'est maintenue, selon les sanctuaires et les régions, jusqu'au début de La Tène D2¹⁰. C'est globalement à la même époque (de la fin de La Tène B à La Tène D) que l'on voit se multiplier les dépôts d'objets en fer, isolés ou en contexte d'habitat. Néanmoins, leur datation n'est pas toujours assurée avec précision (on date le contenu du dépôt, plus rarement l'enfouissement).

L'examen de leur assemblage permet de distinguer des catégories différentes de dépôt dont certaines sont marquées par des associations récurrentes d'objets en fer. Cette recherche conduit les archéologues à rechercher quelles motivations ont amené à la constitution de ces différentes catégories de dépôts : cachettes temporaires d'outils, ou de matière première (des barres) dans un contexte d'insécurité, mises au rebut d'objets hors d'usage en anticipant leur éventuel recyclage, offrandes d'outils agricoles à une divinité de la fertilité... Loin de remettre en cause les interprétations des uns et des autres, on constate qu'indépendamment des arguments scientifiques, des sensibilités différentes conduisent les chercheurs à orienter leur propos dans un sens ou dans un autre.

Quels que soient les contextes archéologiques des dépôts et la nature des ensembles, on constate que les ustensiles en fer ont une double valeur. D'une part ils ont une valeur symbolique : c'est le cas des armes et des outils qui peuvent non seulement représenter des "métiers" mais aussi symboliser des catégories "socio-professionnelles". On entre ici sur le terrain glissant d'une analyse sociale qui présuppose que les dépositaires étaient non seulement les propriétaires mais aussi les utilisateurs des objets déposés. Si l'on peut accepter cela dans le cas du métier des armes dont on sait la valeur qui lui fut accordée par les élites gauloises, petites ou grandes, c'est plus délicat pour les outils. On imagine assez aisément que certaines catégories d'artisans

(au premier rang desquelles on place les artisans du métal) aient eu en leur possession des outils spécialisés en rapport avec leurs réalisations et qui, associés à leur savoir-faire, pouvaient être à la base d'une relative indépendance vis-à-vis des élites. Les quelques rares cas de tombes d'artisans que l'on connaît semblent en témoigner¹¹. A contrario, on doute qu'il en ait été de même pour l'agriculteur, dans une société que l'on devine profondément marquée par des inégalités dans l'accession à la propriété foncière et qui se caractérisait par un ordre social imprégné par l'esclavage ou une forme proche du servage¹². Ici, l'interprétation des dépôts se heurte à notre méconnaissance des sociétés de la fin de la Protohistoire dont les quelques bribes de textes ne suffisent pas à nous éclairer.

D'autre part, les objets en fer présents dans les dépôts ont une valeur matérielle puisqu'ils peuvent être non seulement réutilisés sous leur forme initiale mais aussi reforgés sous une forme différente, bien entendu dans les limites de leur dimension et de la bonne conservation du métal. On note que, dans la plupart des dépôts, nombre d'ustensiles en fer ne sont pas techniquement morts, contrairement à ce que l'on observe pour les rejets des habitats. Dans les dépôts, la plus grande partie des objets en fer étaient potentiellement recyclables, voire réutilisables tels quels au moment de leur "abandon". Ce constat n'est que partiellement valable dans le cas des armes déposées dans les sanctuaires. En effet, les parties métalliques constituées de tôle de fer (fourreau d'épée, *umbo* de bouclier) pouvaient difficilement être recyclées du fait des contraintes techniques inhérentes à la faible épaisseur de la tôle (moins d'un demi-millimètre dans le cas des tôles de fourreau). Leur recyclage était, de plus, limité par la pratique du bris rituel des armes. On peut toutefois discuter de la possibilité de redresser les pointes de lances et les lames des épées tordues, voire de reprendre le fil d'une lame ébréchée.

Enfin, on peut trouver une combinaison des deux valeurs ; la valeur symbolique du dépôt d'un objet en fer peut être d'autant plus grande que sa masse et son volume sont importants et lui confèrent une valeur intrinsèque élevée. À ce sujet, il faut

10- Arcelin & Brunaux 2003.

11- Guillaumet 1996, 18-19.

12- Caes., BG, 6.13.

rappeler un lieu commun : pour des époques très antérieures à la révolution industrielle et à l'inverse de ce qui caractérise notre société de consommation, les matériaux avaient, pour l'essentiel, un coût supérieur à celui de la main d'œuvre.

Dans le courant du dernier siècle avant notre ère (à La Tène D2), on note la très forte baisse, sinon la disparition, de la fréquence des dépôts d'objets en fer dans les sanctuaires¹³. Dans la plupart de ces derniers on constate en effet une modification importante des pratiques de déposition de métal puisqu'aux dépôts d'objets en fer se substituent, au plus tard dès le début de l'époque augustéenne semble-t-il, des dépôts de petits éléments en alliage cuivreux ou en plomb (des petites tôles représentant des outils ou des armes ou bien laissées totalement frustes et des rouelles)¹⁴. Si le phénomène de la miniaturisation des objets dans les dépôts peut remonter jusqu'à la charnière de La Tène D1/D2¹⁵, on doit s'interroger sur les raisons qui ont conduit à ce changement dans le cas des sanctuaires.

On peut y voir une conséquence d'une modification des croyances faisant plus appel à la symbolique du dépôt qu'au contenu même de ce dernier, conduisant à un renouvellement des pratiques de déposition (exclusivement des dépôts votifs à l'instar des *ex-voto* anatomiques ?). Il semble que les autres catégories de dépôts d'objets en fer se soient raréfiées à peu près à la même époque, au plus tard dès la période augustéenne, sinon dès la fin de La Tène D2. En fait, l'absence d'un inventaire des découvertes et surtout de leur datation précise, ne peut que limiter le parallèle que l'on propose d'établir entre les différents contextes de dépôts. Quoi qu'il en soit, on constate l'absence ou tout au moins la très faible fréquence des dépôts d'objets en fer, quelques soient leur nature, pour les deux premiers siècles de notre ère.

Les dépôts sont réapparus, tout au moins leur fréquence a considérablement augmenté dans le courant du III^e s. p.C. notamment dans le contexte des villas gallo-romaines¹⁶. Il reste à vérifier non

seulement la soudaineté du phénomène mais aussi son origine. On attribue volontiers au contexte d'insécurité qui s'est généralisé avec les crises politiques successives que connurent les Gaules et les provinces danubiennes la multiplication de dépôts d'outils en fer. Comme pour les dépôts de la fin de l'âge du Fer se pose la question de leur motivation ; est-ce que ce sont uniquement des cachettes destinées à soustraire des objets métalliques à d'éventuels pillards en les enfouissant dans le sol (c'est l'hypothèse la plus généralement retenue pour justifier les dépôts monétaires et les dépôts de vaisselle métallique) ou bien sont-ce de simples rassemblements de divers ustensiles en fer en vue de leur réutilisation ultérieure ou de leur recyclage comme dans le cas de la villa de Champ Madame à Beaumont en Auvergne¹⁷ ? On constate que les dépôts d'outils en fer en un lieu donné (indépendamment du contexte de leur enfouissement) perdurent jusqu'au VI^e s. p.C., comme en témoigne le dépôt mis au jour dans le comblement d'un silo d'époque wisigothique à Château-Roussillon / *Ruscino*¹⁸ ou bien des dépôts répertoriés dans des régions plus orientales, comme la Slovénie¹⁹.

2. LA DIFFUSION DU FER

On regroupe sous l'appellation de demi-produit toutes les pièces de fer qui constituaient un produit intermédiaire entre le matériau brut (après la réduction) et le forgeage des objets finis. Il en existe une grande variété selon leur morphologie ; cette dernière est la conséquence d'un travail de forgeage visant à compacter et homogénéiser le métal et épurer cette dernière d'éventuelles impuretés (des scories et des morceaux de charbon de bois résiduels). La densité et la qualité intrinsèque du fer est fonction de la quantité de travail dont a fait l'objet le demi-produit. Il s'agit, pour les plus connus, de barres dont la section quadrangulaire atteste d'un travail de forgeage sur une enclume. Toutefois, on connaît des demi-produits qui se distinguent par l'absence de surfaces planes et dont l'aspect extérieur,

13- Cf. Bataille dans ce volume, supra p. 365-380.

14- Le sanctuaire d'Antigny (Vienne) et ses dépôts d'outils et d'armes datés de l'époque tibérienne et claudienne fait figure ici de contre-exemple (Eneau 2002).

15- Fauduet 1993, 119-120 ; Brunaux *et al.* 2003, 41-42 et 49-50.

16- Feugère 2000, 176-177.

17- Orenge 2004, 139-147.

18- Marichal 2000, 140-141

19- Gaspari *et al.* 2000, 189.

déchiqueté et amiboïdale, suggère un déficit de travail d'épuration dont l'une des conséquences peut être une faible densité métallique (on parle de "loupes de fer").

2.1. Les barres protohistoriques

Pour l'instant, nos connaissances des formes sous lesquelles circulait le fer à la fin de la Protohistoire et plus particulièrement les barres sont encore très contingentes par l'absence d'inventaire détaillé et bien cartographié à l'échelle de l'Europe continentale²⁰. Les barres les plus anciennes connues à ce jour sont celles découvertes à la Heuneburg (Bade-Wurtemberg), dont au moins un exemplaire était placé en stratigraphie dans les niveaux d'occupation du Hallstatt D1 en compagnie d'une loupe de fer²¹. Les exemplaires les plus célèbres, et aussi les plus nombreux, sont sans conteste les barres à forte épaisseur centrale et appointées aux extrémités, appelées "bipyramidales" (les *Spitzbarren* de la littérature germanophone) et les barres aplaties à extrémité étirée sous la forme d'une soie ou d'une douille, dénommées en anglais, *currency bars*. Les barres bipyramidales se concentrent dans l'Europe danubienne (au moins jusqu'en Autriche) et le long du cours supérieur du Rhin²². Il faut toutefois remarquer que l'on trouve ponctuellement des barres de ce type dans d'autres régions, notamment dans le bassin Parisien et en Bretagne. La datation de la diffusion de ces demi-produits est assez incertaine et ne semble pas être exclusivement comprise dans l'âge du Fer, certaines pièces pouvant dater de l'époque romaine (*ibid.*, 333).

La datation de la diffusion des barres aplaties à extrémité étirée est attribuée exclusivement au second âge du Fer, puisque les exemplaires découverts en contexte stratigraphique (malheureusement trop rares) sont datés de La Tène C/D. Le domaine géographique de la diffusion des barres aplaties s'étend de l'Europe centrale aux îles Britanniques ; c'est dans cette dernière zone que se concentrent la plus grande partie des découvertes puisque l'on y a recensé plus de 1 500 unités²³. On connaît de

nombreuses variantes au sein de cette famille de demi-produit, les barres britanniques tendant à être longues, étroites et peu épaisses²⁴ et les exemplaires continentaux plus courts et plus massifs²⁵. En l'absence d'un classement typologique des découvertes continentales, on ne saurait dépasser ce simple constat. Un gros travail d'inventaire et de classification reste à faire²⁶.

Quels que soient les types de barres, on perçoit l'existence d'un lien entre, d'une part, la densité et l'homogénéité du métal qu'elles contiennent et, d'autre part, leur épaisseur. Dans quelques cas, encore trop rares, on peut croiser l'observation de la structure interne d'une barre bien datée de l'âge du Fer avec une étude de sa morphologie externe²⁷. Dans ce cas précis, il s'agit d'une barre aplatie à extrémité étirée mesurant entre 10 et 14 mm d'épaisseur et dont la structure interne montre un métal dense et bien épuré. Le forgeron disposait ainsi d'un métal "prêt à l'emploi". À l'inverse, les pièces les plus volumineuses, telles les barres bipyramidales qui ont une plus forte section, semblent contenir plus généralement un métal peu dense au cœur²⁸. Par conséquent, leur utilisation devait nécessiter un travail d'homogénéisation de la masse métallique avant emploi. Cette hypothèse est toutefois relayée par de trop rares examens métallographiques effectués pour ce type de barre et qui attestent la présence d'impuretés et de vides, impliquant un travail de compactage de la masse métallique avant emploi²⁹.

En l'absence d'une recherche plus systématique qui reposerait sur un corpus de barres bien datées, on ne peut que se contenter de déductions : moins une barre est épaisse, plus le métal qu'elle contient a de chance d'être dense et d'être exempt d'impuretés présentes en trop grand nombre. La régularité de la faible épaisseur des barres aplaties, et notamment de leur extrémité étirée, a pu passer pour un gage de la bonne malléabilité du fer et jouer le rôle de témoin du degré de leur affinage auprès des forgerons protohistoriques. C'est aussi peut-être le sens qu'il

20- Doswald 1994.

21- Drescher 1984, pl. 210 n° 2178.

22- Doswald 1994, fig. 4.

23- *Ibid* ; Crew 1994, 345.

24- *Ibid*, p. 348, fig. 1 et 2.

25- Orengo 2003, fig. 57-59.

26- Cf. Berranger dans ce même volume, infra p. 133-144.

27- Orengo 2003, 52-54 ; 190-192.

28- Mangin *et al.* 2000, pl. X n° 8.

29- Serneels 1993, 222 avec bibliographie.

faut donner aux extrémités appointées des barres bipyramidales, leur présence pouvant rassurer l'acheteur sur la bonne malléabilité et la capacité du fer à se souder, malgré la présence potentielle de vides et d'impuretés dans la partie centrale, plus épaisse.

L'homogénéité de la teneur en carbone du fer est un autre paramètre que devaient vérifier les artisans au moment de l'acquisition d'une barre³⁰. Il est donc très vraisemblable que les artisans devaient pouvoir reconnaître la teneur en carbone des barres lors de leur acquisition. Soit l'aspect même de ces dernières, qui leur était conféré par les fabricants, signalait leur teneur en carbone, soit l'acquéreur devait lui-même s'en assurer, à l'aide de procédés empiriques. En effet, rien n'empêche de penser qu'au moment de l'achat, le forgeron ait pu tester lui-même le métal contenu dans une barre en fonction de ses besoins et vérifier sa densité et l'homogénéité de sa teneur en carbone³¹.

Là aussi ce constat repose sur des examens de pièces archéologiques encore trop peu nombreuses et limite d'autant plus la validité d'une généralisation des conclusions à l'échelle du Continent à partir de quelques tronçons de barre. La recherche sur le métal des barres continentales n'a finalement que peu avancé depuis l'époque de France-Lanord et on doit encore se référer aux travaux (exemplaires) de nos collègues britanniques qui ont croisé typologie et archéométrie avec succès. L'existence de différents groupes de barres aplaties diffusés à la fin de l'âge du Fer en Grande-Bretagne (en fonction de la morphologie de leur extrémité étirée) pourraient être la conséquence de la nécessité pour les forgerons de reconnaître leur provenance géographique et par delà même, la spécificité du métal qu'elles contenaient³². Certaines barres britanniques ont même leur extrémité repliée et soudée sur elle-même, gage d'une teneur homogène en carbone et d'un métal dense et exempt d'impureté. Enfin, en mettant en évidence différents groupes régionaux de barres, les chercheurs sont parvenus à circonscrire des zones

de diffusion de ces demi-produits en relation avec la présence locale de minerais plus ou moins phosphoreux.

Revenons au Continent. Les deux grandes familles de barre, (aplatie et bipyramidale) ont pu être diffusées parallèlement dans les mêmes régions, tout au moins au cours de La Tène C/D³³. V. Serneels a envisagé l'hypothèse d'une complémentarité fonctionnelle entre ces deux types de barre ; l'éventuelle concomitance de leur mise en circulation pouvant répondre à des utilisations différentes. Ainsi, certaines régions d'Europe continentale ont pu connaître une offre diversifiée avec d'une part, des barres aplaties de faible volume contenant un métal affiné, "prêt à l'emploi" et, d'autre part, des barres bipyramidales de plus fort volume, contenant un métal "brut", nécessitant d'être travaillé à la forge avant emploi.

2.2. Les barres romaines

Nos connaissances sont tout autant déficitaires pour l'époque romaine. Les barres aplaties à extrémité étirée semble avoir disparues dès avant le changement d'ère. Il semble qu'elles perdurent, comme à l'âge du Fer, des demi-produits de types et de natures très différents comme en témoignent les examens métallographiques de Philippe Fluzin sur les scories et les barres récoltées dans les ateliers de forge des premiers siècles de notre ère dans la région d'Alésia³⁴. Toutefois, la découverte, dans la précédente décennie, aux Saintes-Maries-de-la-Mer de chargements de barres de fer dans plusieurs épaves datées entre la seconde moitié du 1^{er} s. a.C. et la première moitié du 1^{er} s. de notre ère devrait permettre d'améliorer nos connaissances sur ce thème³⁵.

Le classement typologique de ces barres proposé par L. Long, par comparaison avec les pièces de la fin de l'âge du Fer, plus particulièrement les exemplaires aplaties à extrémité étirée, suffit déjà à se rendre compte des changements importants survenus dans la morphologie des demi-produits à section quadrangulaire. Les barres des épaves romaines

30- Orengo 2003, 78-79.

31- Un alliage fer/carbone a tendance à brûler d'autant plus vite qu'il contient plus de carbone ; il est possible de distinguer différents aciers selon qu'ils contiennent peu ou beaucoup de carbone en fonction de la couleur et de la taille des étincelles produites sous l'action de la chaleur.

32- Crew 1994, 346-347.

33- Serneels 1993, 222.

34- Mangin *et al.* 2000, 196-266.

35- Long 1997 ; cf. Coustures *et al.* dans ce même volume, *infra* p. 145-150.

pèsent ± 3 kg pour les pièces les plus légères, plus de 7 pour les plus lourdes. Leur masse est bien supérieure à celle des barres protohistoriques de forme aplatie à extrémité étirée qui dépassent exceptionnellement le kilogramme, mais elle se rapproche de celle des barres bipyramidales. Mais, c'est avant tout leur épaisseur constante qui est significative : 20 mm pour les pièces de la forme 1, de 30 mm à 43 mm pour les pièces de la forme 6, avec présence ponctuelle de marques estampillées. Il faut noter que ces barres sont dépourvues d'une extrémité étirée. La question de leur représentativité et de leur provenance reste ouverte³⁶.

3. L'ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DU FER DEPUIS LE HALLSTATT C JUSQU'AUX PREMIERS SIÈCLES DE NOTRE ÈRE

Dans la zone géographique concernée par la culture matérielle du début de l'époque de Hallstatt (régions orientales de la France, sud de l'Allemagne, Autriche et Bohême) on sait que la présence du fer s'est généralisée dans les dépôts funéraires, à la fin du VIII^e s. et au VII^e s. a.C (tombes à épée et à char du Ha C2). Toutefois, dans le cas des rejets d'habitats, il faut attendre le V^e s. a.C. pour noter une augmentation significative de la fréquence de menus objets en fer. Ces derniers, brisés, y accompagnent d'autres catégories de débris (déchets de faune, fragments de céramique...). Pour R. Pleiner, il faut en effet attendre la fin de l'époque de Hallstatt et le début de La Tène pour voir débiter l'âge du Fer "au sens propre"³⁷; c'est à cette période que l'emploi du fer s'est généralisé et élargi à de nombreux domaines de l'*instrumentum*. Toutefois on manque encore de données quantitatives pour étudier la poursuite de cette évolution au cours des IV^e et III^e s. a.C. On doit se borner à constater que le fer est à cette époque un support artistique, comme en témoignent les armes décorées (certaines pointes de lances et surtout la multiplication des fourreaux d'épées décorées) en plus des éléments de parures, et tend à supplanter, dans ce domaine, les alliages cuivreux. C'est en grande partie l'archéologie funéraire et les fouilles

de sanctuaires qui permettent d'examiner l'importance, toute relative, du fer au cours de La Tène B et C1. Nos connaissances pour cette période sont donc contingentées par les contextes des découvertes, quasi-exclusivement des dépôts d'objets sélectionnés pour figurer dans les tombes d'une petite aristocratie guerrière et dans des sanctuaires, dont beaucoup ont une forte connotation militaire.

C'est pour la fin de l'âge du Fer que l'on dispose des données les plus nombreuses et les plus variées, notamment dans le domaine de l'habitat. On sait aujourd'hui que la création de nombre d'agglomérations densément occupées dans le courant et la fin du III^e s. a.C. remonte au plus tard à La Tène C2, voire dans certains cas comme à Aulnat, à La Tène B2/C1³⁸. L'augmentation de la quantité des rejets de fer dans les habitats est en adéquation avec l'urbanisation qui a touché de nombreuses régions d'Europe occidentale et peut, à notre avis, être retenue comme le témoin d'une accélération significative du rythme de l'intégration du fer dans les sociétés de la fin de la Protohistoire. On constate, d'autre part, que cette augmentation quantitative coïncide avec l'accélération du rythme des fondations d'exploitations agricoles³⁹. On perçoit l'existence d'un lien de causalité entre d'une part la diversification, l'extension et la densification des habitats (la cause) et d'autre part l'accroissement de la fréquence du fer (la conséquence), visible notamment dans l'augmentation des rejets.

La période qui voit la généralisation des *oppida* (La Tène D) ne remet pas en cause cette tendance générale, au contraire elle la confirme et l'accroît dans une certaine mesure. L'édification des murs à pourtrages interne dans nombre d'*oppida* est souvent considérée comme la quintessence de l'intégration du fer dans les sociétés de la fin de l'âge du Fer⁴⁰. En témoignent les milliers de fiches de fer abandonnées dans le rempart gaulois et qui constituent un gâchis inédit de métal dans la Protohistoire. Mais il ne faut pas se méprendre sur le sens à donner à cette technique de construction. L'importance de ces remparts était peut-être plus symbolique (pour délimiter un lieu en fonction d'un statut spécifique)

36- *Ibid.*, 85-86 ; Domergue & Leroy 2001, 8.

37- Pleiner 1988, 180.

38- Guichard *et al.* 2000.

39- Menez 1996, 213-214.

40- Leroy *et al.* 2001, 15-16.

que défensive. L'utilisation du fer dans ces ouvrages monumentaux ne témoigne par forcément d'une banalisation de ce métal dans la société de la fin de la Protohistoire ; on pourrait plutôt y voir une manifestation supplémentaire du luxe de ceux qui ont ordonné la construction de tels édifices. La construction en pierre de taille, dans la tradition méditerranéenne, est aussi à sa manière un énorme gâchis de métal et notamment de fer, comme l'illustrent les centaines de barres de fer scellées au plomb, utilisées dans l'édification des monuments en grand appareil⁴¹. Ce métal fut récupéré systématiquement, à date ancienne, au même titre que les blocs de pierre, une fois les édifices abandonnés.

Avec la période qui suit l'époque des *oppida* et l'époque immédiatement postérieure à la Guerre des Gaules, on assiste à un bond quantitatif de la fréquence du fer qu'il reste toutefois à mesurer. Le contexte général de la romanisation de la Gaule et ses implications socio-économiques n'a-t-il pas eu à très court terme des incidences sur la disponibilité des matériaux et plus particulièrement de fer ? Nous sommes tentés de répondre par l'affirmative, même si nous ne disposons encore que de données quantitatives très partielles.

Dans l'espace de l'ex *Gallia Comata*, l'urbanisation à la romaine s'est considérablement accélérée après le changement d'ère, notamment sous l'impulsion de la politique d'intégration augustéenne. La construction d'édifices monumentaux à caractère public, mais aussi des demeures privées de l'aristocratie gauloise a très probablement entraîné une demande croissante en matériaux, et notamment de fer. La multiplication des projets de construction de temples, théâtres, amphithéâtres, *forum* et *domus* a très probablement contribué à aspirer une grande partie du fer alors en circulation. L'installation définitive des légions dans les régions rhénanes et danubiennes a vraisemblablement accentué ce phénomène. Quels qu'aient été les événements, on constate pour cette époque la faible fréquence du fer dans les sanctuaires et la très forte baisse, sinon l'absence, des dépôts d'outils. Ce phénomène est vraisemblablement antérieur et date au moins de la fin de La Tène D2.

Les données de l'archéologie (l'architecture, les fournitures militaires, la tendance à l'augmentation de la masse des outils en fer...) conduisent à constater l'omniprésence du fer dans la société du Haut-Empire dans des quantités encore plus importantes qu'à la fin de l'âge du Fer. On assiste à un nouveau bond quantitatif de l'utilisation du fer. Les quantités de fer en circulation au cours des deux siècles de la *Pax Romana* semblent avoir été sans commune mesure avec celles de la fin de l'âge du Fer, comme l'illustre la comparaison que l'on a établie entre les rejets de fer de l'habitat gaulois d'Aulnat et ceux du *vicus* de *Vitudurum*.

Sans entrer plus loin dans le débat de la banalisation du fer à l'époque romaine, on constate que c'est à cette époque que doit être relié le phénomène, constaté précédemment, d'une modification des formes des barres véhiculant le fer depuis les centres de production primaire, dans les forges des ateliers installées dans les habitats. Le format des barres des Saintes-Maries-de-La-Mer est-il la conséquence de l'adoption d'un standard romain par l'industrie gauloise, guidée par la volonté de s'adapter au marché romain (il reste encore à prouver que ces barres aient été produites en Gaule) ? Ce qu'il faut retenir à notre avis, c'est que le changement d'échelle de l'intégration du fer dans la société et l'accroissement des besoins dans ce matériau a pu rendre obsolètes les standards traditionnels, notamment dans l'habitude de conférer un aspect extérieur très élaboré aux barres, comme pour les exemplaires aplatis à extrémité étirée.

Les deux siècles de la *Pax Romana* semblent avoir constitué un optimum pour la production et la consommation du fer⁴². Cela est non seulement visible dans les divers domaines de la société, dont l'architecture, mais aussi dans l'apparente absence des dépôts d'objets en fer, tout au moins de leur très faible fréquence. Il semble que le climat de sécurité et de prospérité a bénéficié aux approvisionnements de fer, comme pour de nombreux autres matériaux. Ce n'est qu'après ce "troisième âge du Fer" que constituent les deux premiers siècles de notre ère,

41- Adam 1989, 53-60.

42- Mangin & Serneels 1996 ; Leroy *et al.* 2001, 20-21 ; Decombeix *et al.* 2001, 34-36.

que l'on assiste à la résurgence des dépôts d'objets en fer dans le courant du III^e s.

On a dit précédemment qu'il est tentant de relier ce phénomène à la crise politique que traversa alors l'Empire romain, et notamment aux problèmes d'insécurité que connurent les régions les plus exposées aux invasions. Mais les problèmes de sécurité ne sont probablement pas uniquement la cause de l'augmentation de la fréquence des dépôts. On note que le III^e s. est aussi une période charnière pour la production de fer, puisque c'est à partir de cette époque et jusqu'au siècle suivant, que cette dernière a connu des modifications importantes ; aux grands districts sidérurgiques de Gaule, semblent s'être substitués des zones productrices plus retréintes dans l'espace et probablement aussi dans le volume de leur production. Il est probable que le retour à une situation où les approvisionnements en fer étaient assez aléatoires ait pu contribuer aussi à la résurgence de certaines formes de dépôt. Cette nouvelle situation s'est vraisemblablement maintenue jusqu'à l'Antiquité tardive comme le suggèrent, d'une part les recherches sur les régions productrices dont la taille modeste se maintient et, d'autre part, le constat d'une persistance des dépôts d'objets en fer.

CONCLUSION

La question posée en guise de titre, sous une forme simpliste et un peu provocatrice, résume à elle seule les doutes que l'on peut entretenir sur le degré de l'intégration sociale et économique du fer dans les populations de la fin de la protohistoire. L'introduction du fer ne s'est apparemment pas faite selon un modèle uniforme et linéaire et selon un rythme égal.

L'époque de Hallstatt ne brille pas, il s'en faut, par la fréquence du fer, hormis les objets associés au luxe des élites et présents dans les dépôts funéraires. Pour l'époque de La Tène, il faut attendre les deux derniers siècles a.C. pour observer un accroissement significatif de la fréquence du fer dans les habitats sous la forme de rejets. Le second âge du Fer, et plus particulièrement les phases anciennes et moyennes de La Tène, se caractérisent par une situation paradoxale : les faibles quantités de fer qui semblent avoir circulé alors ne sont pas à la hauteur de l'excellence du niveau technique atteinte par les artisans, comme l'attestent certaines de leurs réalisations. Ce constat a déjà été mis en évidence par A. Rapin pour illustrer le choix des artisans de La Tène dans l'élaboration de fourreau d'épée en tôle métallique et notamment en fer⁴³.

De notre point de vue de protohistorien, le Haut-Empire apparaît comme une période marquée par une relative abondance de fer qui témoigne d'approvisionnements réguliers en métal. Mais cet état de fait ne semble pas s'être maintenu au-delà du III^e s. p.C. Après les deux siècles d'opulence de la *Pax Romana* on assiste à un retour à une situation proche de celle de la fin de La Tène avec notamment la résurgence des dépôts métalliques et ce jusqu'au début du Moyen Âge.

43-

Rapin 2000, 68-69.

Bibliographie

- Adam, J.-P. (1989) : *La construction romaine. Matériaux et Techniques*, 2^e éd., Paris.
- Alfonso, G. et F. Blaizot (2004) : *La villa gallo-romaine de Champ Madame à Beaumont (Puy-de-Dôme) : habitat et ensemble funéraire de nourrissons*, Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne, 27.
- Arcelin, P. et J.-L. Brunaux, dir. (2003) : "Cultes et sanctuaires en France à l'âge du Fer", *Gallia*, 60, Paris, 1-268.
- Baudat, M. et Groupe Archéologique Arlésien, dir. (1997) : *Crau, Alpilles, Camargue. Histoire et Archéologie, Actes du colloque des 18 et 19 novembre 1995*, Arles.
- Brunaux, J.-L., Cl. Malagoli, G. Bataille, G. et B. Lambot (2003) : "La France du Nord (Champagne-Ardenne, Ile-de-France, Nord, Basse-Normandie, Haute-Normandie, Pas-de-Calais, Picardie)" in : Arcelin & Brunaux 2003, 9-73.
- Buvat, P. (1998) : "Découverte d'un lieu de culte antique. La source de la Douix à Châtillon-sur-Seine", *Archéologia*, 344, 26-33.
- Crew, P. (1994) : "Currency bars in Great-Britain. Typology and function", in : Mangin 1994, 346-350.
- Decombeix, P.-M., Cl. Domergue, J.-M. Fabre, A. Gorgues, Chr. Rico, F. Tollon et B. Tournier (2001) : "Réflexions sur l'organisation de la production du fer à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Dure, au voisinage des Martys (Aude)", in : Domergue & Leroy 2001, 23-36.
- Domergue, Cl. et M. Leroy, dir. (2001) : "Mines et métallurgies en Gaule. Recherches récentes", *Gallia*, 57, Paris, 1-158.
- Doswald, C. (1994) : "Les lingots de fer protohistoriques en Europe occidentale : problématique générale", in : Mangin 1994, 333-343.
- Drescher, H. (1984) : "Bemerkungen zur Metallverarbeitung auf der Heuneburg und zu einigen besonderen Fundstücken", in : Sievers, dir. 1984, 95-98.
- Dubreucq, E. (en préparation) : *Les petits mobiliers métalliques des habitats du Ha D-LT A de l'Allemagne du sud-ouest à la France centrale*, Doctorat en cours.
- Eneau, Th. (2002) : *Les objets en fer du sanctuaire Gallo-romain du Gué-de-Sciaux (Antigny, Vienne)*, mémoire de l'Association des publications chauvinoises, 21, Chauvigny.
- Fauduet, I. (1993) : *Les temples de tradition celtique en Gaule romaine*, Paris.
- Feugère, M. (2000) : "Outillage agricole et quincaillerie antique de Valentine (F. Haute-Garonne)", in : Feugère & Guštin 2000, 169-178.
- Feugère, M. et M. Guštin, dir. (2000) : *Iron, Blacksmith and Tools. Ancient European Crafts, Acts of the Instrumentum Conference at Podsreda (Slovenia) in April 1999*, Montagnac.
- France Lanord, A. (1963) : "Les lingots de fer protohistoriques", *Revue d'Histoire de la Sidérurgie* 4, 167-178.
- Gaspari, A., M. Guštin, I. Lazar et B. Žbona Trkman (2000) : "Late Roman tool finds from Celje Gradišče at Zbelovska gora and Sv. Pavel above Vrtovcin (Slovenia)", in : Feugère & Guštin 2000, 187-203.
- Guichard, V., S. Sievers et O. Urban, dir. (2000) : *Les processus d'urbanisation à l'âge du Fer, Actes du colloque des 8-11 juin 1998 tenu à Glux-en-Glenne*, Centre archéologique européen du Mont Beuvray, Bibracte, 4.
- Guillaumet, J.-P. (1996) : *L'artisanat chez les Gaulois*, Paris.
- Guillaumet, J.-P. et O. Nillesse (2000) : "Les petits objets de quelques fermes gauloises : approche méthodologique", in : Marion & Blancquaert 2000, 251-276.
- Kruta, V. (1971) : *Le trésor de Duchcov dans les collections tchécoslovaques*, Severočeské nakladatelství, Ústí nad Labem.
- Leroy, M., M. Mangin, H. Laurent, M. Boukezzoula et B. Raïssouni (2001) : La sidérurgie dans l'est de la Gaule. L'organisation spatiale de la production de l'âge du Fer au Haut Moyen Age, in : Domergue & Leroy 2001, 11-21.
- Long, L. (1997) : "Inventaire des épaves de Camargue, de l'Espiguette au Grand Rhône. Des cargaisons de fer antique aux gisements du XIX^e s. Leur contribution à l'étude du paléovivage", in : Baudat & Groupe Archéologique Arlésien, dir. 1997, 59-115.
- Mangin, M. éd. (1994) : *La sidérurgie ancienne de l'est de la France dans son contexte européen. Archéologie et archéométrie, Actes du colloque de Besançon, 10-13 novembre 1993*, Annales Littéraires de l'Université de Besançon 536.
- Mangin, M. et V. Serneels (1996) : "Sidérurgie ancienne (Age du Fer-Moyen Age): les zones productives principales entre le Rhin et les Pyrénées", *Revue archéologique de l'Est*, 47, 197-198.
- Mangin, M., Ph. Fluzin, J.-L. Courtadon et M.-J. Fontaine (2000) : *Forgerons et paysans des campagnes d'Alésia (Haut-Auxois, Côte-d'Or) I^{er} siècle avant-viii^e siècle après J.-C.*, Monographies CRA 22, Paris.
- Marichal, R. (2000) : "Outillage antique de Ruscino (Châtillon-Roussillon, Pyrénées-Orientales, F)", in : Feugère & Guštin 2000, 139-168.
- Marion, S. et G. Blancquaert, éd. (2000) : *Les installations agricoles de l'âge du Fer en France septentrionale, Colloque tenu à l'École normale supérieure les 29 et 30 novembre 1997*, Études d'Histoire et d'Archéologie 6, Paris.
- Menez, Y. (1996) : *Une ferme de l'Armorique gauloise. Le Boisanne à Plouër-sur-Rance (Côtes-d'Armor)*, DAF 58, Paris.
- Müller, F. (1990) : *Der Massenfund von der Tiefenau bei Bern*, Antiqua 20, Bâle.
- Neu, P (1989) : *Eisenindustrie in der Eifel. Aufstieg, Blüte und Niedergang*, Werken und Wohnen volkskundliche Untersuchungen im Rheinland 16.
- Orengo, L. (2003) : *Forges et forgerons dans les habitats laténiens de la Grande Limagne d'Auvergne. Fabrication et consommation de produits manufacturés en fer en Gaule à l'âge du Fer*, Monographies Instrumentum 26, Montagnac.
- (2004) : Le dépôt d'objets métalliques de la pièce P12 à Pourliat (139-143) dans Alfonso & Blaizot 2004.
- Pleiner, R. (1988) : "Les débuts de la métallurgie du fer chez les Celtes", in : *Les Princes Celtes et la Méditerranée*, Rencontres de l'École du Louvre, Paris, 179-185.
- (1989) : "Iron working on the territory of Czechoslovakia until the Middle Ages (Recent results)", in : Pleiner, éd. 1989, 93-107.

- Pleiner, R., éd. (1989) : *Archaeometallurgy of iron, International Symposium of the Comité pour la Sidérurgie ancienne de l'UISPP, Liblice, 5-9 octobre 1987*, Prague.
- Rapin, A. (2000) : "Les fourreaux d'épée. Un chef-d'œuvre de l'art de la forge des Celtes, in : Les Celtes et les arts du feu. Métaux, Céramique et Verre, Armes, Outils et Bijoux", *Les Dossiers d'Archéologie*, 258, 66-75.
- Schaltenbrand Obrecht, V., T. Geiger, R. Pleiner et V. Serneels (1996) : "Die Eisenfunde", *Vitodurum 7. Ausgrabungen im Unteren Bühl. Die Funde aus Metall. Ein schrank mit Lararium des 3. Jahrhunderts*, Zürich, 141-228.
- Serneels, V. (1993) : *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*, Cahiers d'Archéologie Romande 61, Lausanne.
- Sievers, S., dir. (1984) : *Die Kleinfunde der Heuneburg. Die funde aus den Grabungen von 1950-1979 Heuneburgstudien V*, Römisch-Germanische Forschungen 42.