



**HAL**  
open science

## Technotypologie des "Currency-bars" issus du lit de la Saône : prolongements interdisciplinaires

Marion Berranger, Philippe Fluzin

► **To cite this version:**

Marion Berranger, Philippe Fluzin. Technotypologie des "Currency-bars" issus du lit de la Saône : prolongements interdisciplinaires. Daniele VITALI; Christian GOUDINEAU. IL MONDO CELTICO PRIMA E DOPO LA CONQUISTA ROMANA / LE MONDE CELTIQUE AVANT ET APRES LA CONQUETE ROMAINE. Mélanges en l'honneur de Jean-Paul Guillaumet, pp.281-292, 2016, 8890245387. hal-02493861

**HAL Id: hal-02493861**

**<https://hal.science/hal-02493861>**

Submitted on 9 Mar 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Studi in onore di / Mélanges en l'honneur de  
Jean-Paul GUILLAUMET



A cura di / Sous la direction de  
Daniele VITALI et Christian GOUDINEAU

IL MONDO CELTICO  
PRIMA E DOPO LA CONQUISTA ROMANA

LE MONDE CELTIQUE  
AVANT ET APRÈS LA CONQUÊTE ROMAINE

**IL MONDO CELTICO  
PRIMA E DOPO LA CONQUISTA ROMANA**

**LE MONDE CELTIQUE  
AVANT ET APRÈS LA CONQUÊTE ROMAINE**

Studi in onore di  
Mélanges en l'honneur de

**Jean-Paul GUILLAUMET**

*A cura di / Sous la direction de  
Daniele VITALI et Christian GOUDINEAU*

Bologna-Dijon 2016

## ***SOMMARIO / SOMMAIRE***

### *Introduzioni / Introductions*

**Daniele VITALI, Christian GOUDINEAU, Vincent GUICHARD, Ivano DIONIGI, Philippe SALVADORI, Pierdante SPADONI, Giandomenico BELVEDERI, Giuseppe PAIOLI.**

### *Testi / Textes*

- 19-30- **Manuel FERNÁNDEZ-GÖTZ**, Questions d'identité à l'Âge du fer: réflexions historiques et regards anthropologiques.
- 31-54- **Sebastien CHEVRIER**, Une Franc-comtoise inhumée à Thury en Côte-d'Or vers 600 av. J.-C.: la Bourgogne comme aire d'influence occidentale de l'entité culturelle jurassienne au Ha D1.
- 55-74- **Felix FLEISCHER - Michaël LANDOLT - Carole DROUET**, Premiers éléments sur la nécropole tumulaire hallstattienne de Bernolsheim-Mommenheim (Alsace, Bas-Rhin).
- 75-90- **Roberto TARPINI**, Dalla figura al triangolo o dal triangolo alla figura? Alcune considerazioni sulla ceramica con decorazione figurata dell'area hallstattiana orientale.
- 91-106- **Bastien DUBUIS, David JOSSET**, Le mobilier métallique des inhumations en silo de La Tène ancienne de Pithiviers «Bois Médor» et Neuville-aux-Bois «La Grande Route» (Loiret).
- 107-114- **Luca TORI**, Recycling the past. Riparazioni di oggetti d'abbigliamento. Le placche di cintura di tipo ticinese.
- 115-144- **Nicola Bianca FÁBRY**, Gli anelli da caviglia lateniani in area ungherese.
- 145-158- **Tomasz BOCHNAK**, Un nouveau regard sur la laténisation du bassin de la Vistule.
- 159-174- **Erica CAMURRI**, Tra integrazione ed integrità culturale: i Boi dell'Emilia centro-orientale nel IV e III secolo a.C.
- 175-188- **Carla CORTI**, La lana nella Gallia Cisalpina. Economia e società.
- 189-204- **Rosa RONCADOR**, Piccola plastica lateniana in ambito Fritzens-Sanzeno: un repertorio figurativo condiviso da Celti e Reti.
- 205-214- **Armelle MASSE**, Le bestiaire fantastique du second Âge du fer: les êtres composites.
- 215-244- **Daniele VITALI**, Da Monte Bibele a Bibracte: destini incrociati e trent'anni di archeologia dei Celti.

- 245-256- **Petra GOLÁŇOVÁ**, L'artisanat des alliages base cuivre à La Tène ancienne en Moravie.
- 257-270- **Carla BACKHAUS**, Les fibules à tête couvrante (Feugère 7a): réflexions sur la technique de fabrication.
- 271-280- **Martin SCHÖNFELDER**, Typologie et société gauloise: les clés des cadenas et les esclaves.
- 281-292- **Marion BERRANGER**, **Philippe FLUZIN**, Techno-typologie des «currency bars» issus du lit de la Saône: prolongements interdisciplinaires.
- 293-298- **Maxence PIETERS**, De l'influence culturelle sur les choix techniques. Analyse comparée des abrasifs de Bibracte et Stradonice.
- 299-308- **Jan KYSELA**, Pendentif en argent en forme de tête de canard de l'*oppidum* de Závist.
- 309-318- **Doreen MÖLDERS**, «Dritte Orte» im *Oppidum* Bibracte.
- 319-342- **Andrea FOCESATO**, Architecture et habitat des *oppida*. Regards préliminaires sur la construction en bois à Bibracte.
- 343-354- **Christophe LOISEAU**, Le métal dans les constructions antiques: approches historiographique et méthodologique.
- 355-364- **Laetitia BORAU**, Gaulois ou gallo-romain? Étude de quelques équipements hydrauliques de Bibracte.
- 365-374- **Chiara MARTINI**, La *domus* PC1 de Bibracte: pour une relecture des méthodes de fouille de Jacques-Gabriel Bulliot à la suite des dernières campagnes de fouille.
- 375-392- **Dominik LUKAS - Claas VON BARGEN**, La *domus* PC 1 du Parc-aux-Chevaux. Nouvelles approches de reconstitution de l'ensemble en 3D.
- 393-416- **Vivien BARRIÈRE**, Cartes et plans de la ville d'Autun en Bourgogne: mise en série de la documentation cartographique depuis la Renaissance jusqu'à la création de la Société Eduenne.
- 417-434- **Nicolas DELFERRIÈRE**, *Quid* de la découverte de peintures murales gallo-romaines au lieu-dit «Deilly» à Villeperrot (Yonne)?
- 435-444- **Pierre-Antoine LAMY**, Les stèles funéraires du «Travers aux Blancs» à Saint-Léger-sous-Beuvray (Saône-et-Loire): aspects techniques et stylistiques.
- 445-462- **Mathieu RIBOLET**, Un édifice tardo-antonin ou sévérien dans l'antique *Cabilonnum*? A propos de plusieurs blocs d'architecture conservés au Musée Denon (Chalon-sur-Saône).

## TECHNOTYPOLOGIE DES «CURRENCY BARS» ISSUS DU LIT DE LA SAÔNE: PROLONGEMENTS INTERDISCIPLINAIRES

**Marion BERRANGER**

Avec la collaboration de **Philippe FLUZIN** \*

La technotypologie, méthode de classification fondée sur l'étude des processus de fabrication, est l'une des méthodes privilégiée par Jean-Paul Guillaumet pour la caractérisation de séries de productions métalliques. Les armes issues du lit de la Saône ont ainsi été les premières à bénéficier de ce type d'étude (Guillaumet, 2003). En référence à cette approche, il a semblé opportun de présenter les résultats d'une analyse interdisciplinaire, menée sur un corpus de fers plats à extrémité roulée, couramment dénommés «currency bars», provenant du lit de la Saône. Caractérisations macroscopiques et microscopiques se complètent ici pour restituer les techniques de fabrication de ces réserves de matières premières (demi-produits), destinées à alimenter les ateliers de forgeage, notamment pour l'obtention d'objets de qualité (lames, fourreaux, outils etc – Berranger, 2009; Berranger, Fluzin, 2011, 2012).

---

\* Pour les analyses métallographiques.

### *1. Contexte archéologique*

Les surveillances d'opérations de dragages et les fouilles menées dans le cours de la Saône par Louis Bonnamour, conservateur du Musée Denon à Châlon-sur-Saône, ont mis en évidence la richesse extraordinaire du fleuve, au sein duquel quantités d'objets en métal, céramiques, matériaux périssables ont été abandonnés sur de très longues durées (parfois dès le néolithique). La localisation de ces dépôts d'objets ne serait pas aléatoire et semble liée, pour la Saône, à la présence de gués (Dumont, 2002).

Des «currency-bars» figurent parmi les objets déposés de manière récurrente (Bonnamour, 1975, 1976, 1982-1983, 1984a, 1984b, 1985, 1997, 2000). Trente pièces ont ainsi été collectées en quatre points différents: quatre à Châlon-sur-Saône «gué des Piles», un à Pouilly-sur-Saône, treize à Seurre «L'île au Bœuf» et douze à Saint Marcel «Port Guillot». Dans plusieurs cas à Châlon-sur-Saône, St Marcel et à Seurre, certains objets sont agglomérés en paquets de deux, trois ou cinq objets (Fig. 1). Leur

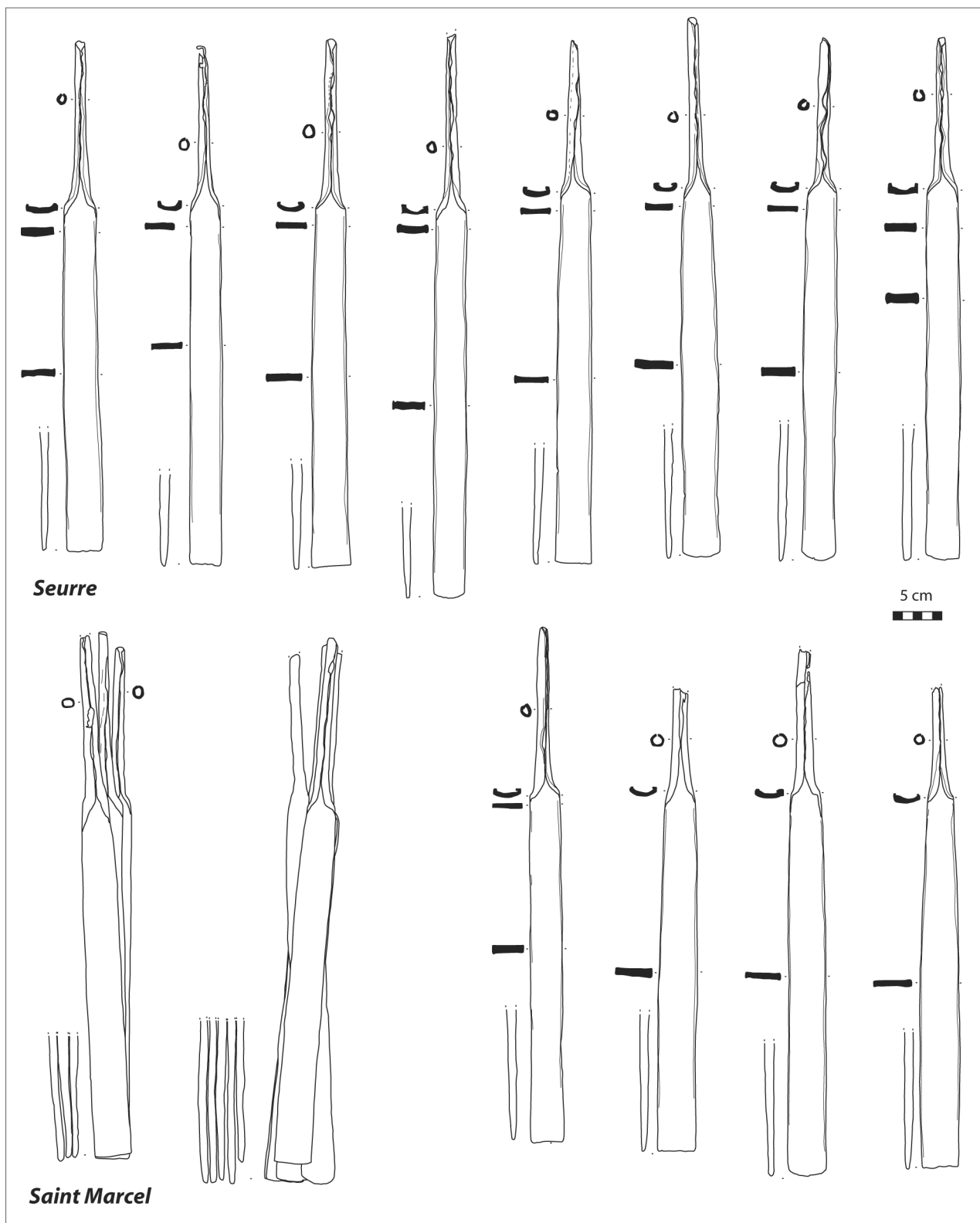


Fig. 1. Caractéristiques macroscopiques des «currency bars» étudiés: une grande similarité morphologique (dessins et DAO: M. Berranger, LMC - CNRS). Seurre. N° inventaire de gauche à droite: 77.10.12 à 77.10.18.; Saint Marcel. N° inventaire de gauche à droite: 83.38.03 et 04, 81.01.01 et 01B, 85.01.01 et 01B.

disposition les uns sur les autres, de façon légèrement désaxée, atteste qu'ils sont tombés dans le fleuve dans un contenant en matériau périssable. Aucune trace de celui-ci ne subsiste dans les produits de corrosion, d'autant plus que les objets ont tous été restaurés.

D'autres types de demi-produits figurent parmi les objets présents dans la Saône, mais ils sont en plus faible nombre et rarement trouvés en séries. Un pyramidé provient ainsi de Chalon-sur-Saône «Benne Lafaux» (collection Millon – Déchelette, 1913); quatre bipyramidés d'un secteur inconnu dans la Saône (Delamare et alii, 1983; Delamare et alii, 1982); une barre quadrangulaire retrouvée à Saint Marcel est probablement à rattacher à l'érosion d'un site de berge gallo-romain (Bonnamour, 2000). La question de la chronologie de ces dépôts est complexe à appréhender. En ce qui concerne les demi-produits à extrémité roulée, leur circulation en milieu terrestre serait limitée à La Tène B2 / La Tène D2b (Berranger 2009; Berranger 2014; Berranger, Fluzin, 2011, 2012). Du mobilier du second âge du fer est d'ailleurs systématiquement présent sur les quatre zones ayant livré des «currency bars» (Dumont, 2002). L'existence de lots d'objets scellés par la corro-

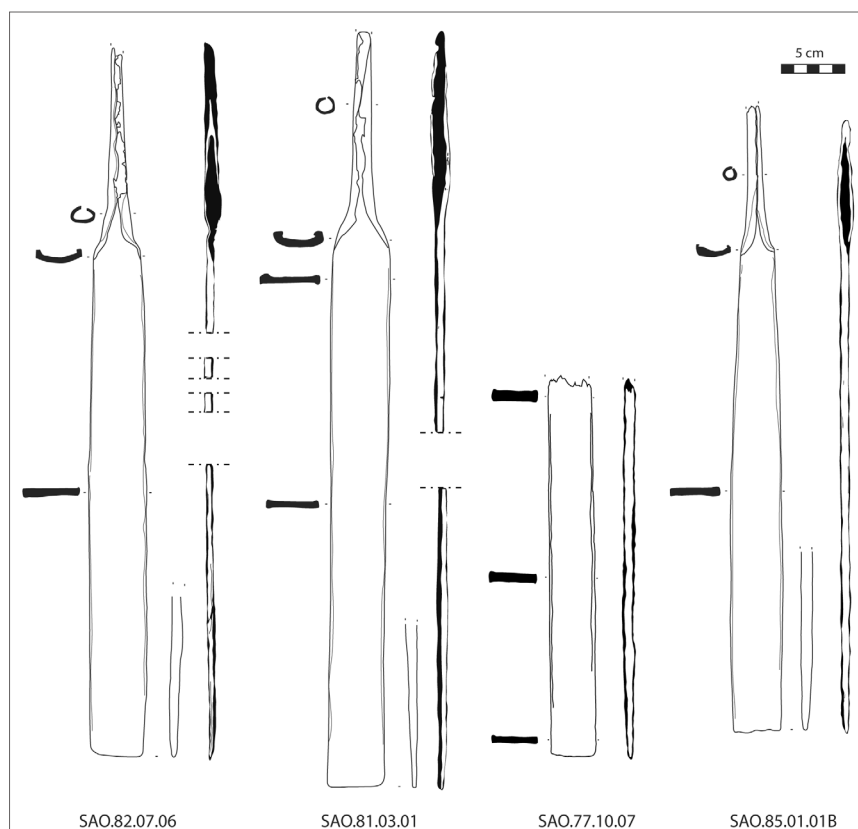


Fig. 2. Caractéristiques macroscopiques et sections des «currency bars» étudiés à l'échelle interne. 82.07.06: Chalon-sur-Saône.; 83.03.01: Pouilly-sur-Saône; 77.10.07: Seurre; 85.01.01B: Saint Marcel. (Dessins, photographies et DAO: M. Berranger, LMC - CNRS)

sion indique que des séries de barres pouvaient arriver au même moment dans la Saône.

## 2. Caractérisations macroscopiques (Fig. 1 et 2, Tab. 1)

Le corpus est quasi-exclusivement constitué de pièces complètes ou peu fragmentées (15 pièces complètes et 12 archéologiquement complètes) et compose donc une documentation de qualité. Les demi-produits issus de la Saône se caractérisent par une grande homogénéité morphologique (Fig. 1). Les objets sont formés d'un long fer plat constituant les trois quarts de la longueur. Les bords du fer plat sont par-



Date découverte	N° inventaire	Etat de conservation	P.	L.	l.	ep.	Analyses	Provenance
1980	SAO.80 01 12	Complet	571	541	36	5	Oui (N. Dieudonné-Glad)	Chalon-sur-Saône "Gué des Piles"
1982	SAO.82 07 06	Complet	520	570	40	6	Oui (N. Dieudonné-Glad + LMC)	
1982	SAO.82 07 06B	Fragmentaire	490	573	45	5	Non	
1982	SAO.82 36 12	Fragmentaire	490	371	45	6	Non	
1981 ?	SAO.81 03 01	Arch. complet	650	598	45	5	Oui (N. Dieudonné-Glad + LMC)	Pouilly-sur-Saône
Années 1980	SAO.81 01 01	Complet	631	533	31	11	Oui (N. Dieudonné-Glad)	St Marcel "Port Guillot"
Années 1980	SAO.81 01 01B	Arch. complet	639	468	27	7	Non	
Années 1980	SAO.85 01 01	Arch. complet	645	545	31	11	Non	
Années 1980	SAO.85 01 01B	Arch. complet	645	498	27	6	Oui (LMC)	
1983	SAO.83 38 03 (lot aggloméré)	Complet	3650	535	38	6	Non	
1983		Arch. complet		540			Non	
1983		Arch. complet		554			Non	
1983		Arch. complet		550			Non	
1983		Complet		538	31	8	Non	
1983	SAO.83 38 04 (lot aggloméré)	Arch. complet	2180	543	29	8	Non	
1983		Complet		547			Non	
1983		Complet		532	30	7	Non	
1976-1977	SAO.77 10 07	Fragmentaire	520	302	36	5	Oui (LMC)	Seurre
1976-1977	SAO.77 10 08	Arch. complet	695	476	30	5	Non	
1976-1977	SAO.77 10 09	Complet	630	550	30	7	Oui (Dieudonné-Glad)	
1976-1977	SAO.77 10 10	Complet	690	554	30	5	Non	
1976-1977	SAO.77 10 11	Arch. complet	595	528	31	4	Non	
1976-1977	SAO.77 10 12	Complet	670	530	33	8	Non	
1976-1977	SAO.77 10 13	Arch. complet	605	538	30	6	Non	
1976-1977	SAO.77 10 14	Complet	735	544	31	7	Non	
1976-1977	SAO.77 10 15	Arch. complet	765	585	31	8	Non	
1976-1977	SAO.77 10 16	Complet	695	536	31	6	Non	
1976-1977	SAO.77 10 17	Complet	655	558	28	8	Non	
1976-1977	SAO.77 10 18	Complet	720	542	31	6	Non	
1976-1977	SAO.77 10 19	Complet	910	540	33	9	Non	
1976-1977	SAO.77 10 08	Arch. complet	695	476	30	5	Non	

Tab. 1. Inventaire et métrologie des «currency bars» issus de la Saône. Données exprimées en centimètres et grammes. Objets conservés au musée Denon de Châlon-sur-Saône.

allèles. L'épaisseur est constante, si ce n'est sur l'extrémité, où le taux d'écrasement est plus important. Les côtés présentent un léger bourrelet latéral indiquant un matage réalisé durant un stade d'élaboration final. Le quart restant de l'objet est une extrémité roulée, étroite. La mise en forme est soignée et aucune hétérogénéité de surface n'est visible (porosités, dépression dû au martelage...).

Les seules différences observées concernent la forme de l'achèvement du fer plat qui, presque

toujours rectiligne, peut parfois finir en léger arrondi. Quelques exemplaires ont également des bords localement non parallèles. Ces variations mineures ont été observées entre objets de même provenance, tels à Châlon-sur-Saône «Le gué des Piles» et à Saint Marcel.

Les caractéristiques métrologiques varient très peu. La masse des exemplaires complets est majoritairement proche de 600/700 g (un seul pèse jusque 910 g) et les longueurs se situent autour de 55 cm (Tab. 1).

### 3. *Caractérisations microscopiques* (Fig. 2 et 3)

Une étude à l'échelle microscopique des propriétés des barres a été réalisée. Cinq exemplaires ont été étudiés (SAO.81.01.01, SAO.80.01.12, SAO.73.10.09, SAO.82.07.06; SAO.81.03.01) dans les années 1990 par Nadine Dieudonné-Glad et son équipe, à partir de prélèvements ponctuels, de deux ou trois demi-sections. Les résultats de ces premières analyses métallographiques ont été publiés (Dupont, Ronchail, 1995; Dieudonné-Glad et alii, 2001). Nous avons repris l'étude de quatre de ces objets en procédant à la caractérisation d'une section intégrale (tronçonnage des barres sur toute leur longueur), en fonction d'une méthodologie appliquée à un corpus de 39 exemplaires de même type (Berranger, 2009; Berranger 2014; Berranger, Fluzin, 2012). Les barres SAO.82.07.06 et 81.03.01 déjà étudiées partiellement, ont subi de nouvelles analyses et deux barres supplémentaires (SAO.77.10.07 et SAO.85.01.01B) ont été prises en compte. Ainsi, au moins un demi-produit par site a fait l'objet d'une analyse métallographique.

Les demi-produits étudiés résultent d'un processus d'épuration particulièrement aboutit. En effet, la qualité d'épuration peut être évaluée de bonne à excellente. L'exemplaire le mieux épuré est SAO.82.07.06. qui ne contient que de 2 à 3% d'inclusions dans la section longitudinale étudiée. Les autres présentent de 10 à 5% d'inclusions. La qualité d'épuration peut toutefois être inégale au sein d'un même objet, avec la présence locale d'alignements de grosses inclusions. Cela résulte probablement de l'hétérogénéité de répartition des impuretés dans la masse

de métal brut initiale. Néanmoins, la majorité des inclusions sont fortement écrasées ce qui confirme le caractère intensif du martelage.

Pour l'exemplaire SAO.85.01.01B bien que l'épuration ait été bien avancée, la présence de nombreuses inclusions de scories ou d'inclusions de grandes tailles permettent d'identifier un processus qui n'a pas été totalement achevé (de 15 à 10% d'inclusions subsistent). L'extrémité du fer plat, plus amincie était par contre bien mieux épurée.

La structure des demi-produits s'avère homogène. Ces objets sont constitués majoritairement de ferrite équiaxe ( $> 0,02\%C$ ) non écrouie (de 90 à 95% des sections étudiées). Des îlots d'acier, autour de  $0,5\%C$  et au maximum jusque  $0,7\%C$ , peuvent être présents localement. Cette hétérogénéité est inhérente à l'obtention du métal en phase solide (réduction directe). Un seul exemplaire fait exception: SAO.82.07.06. s'avère constitué en majorité d'acier à  $0,4/0,5\%C$ , oscillant entre  $0,1$  et  $0,7\%C$ , avec quelques zones ferritiques.

Les techniques de mises en forme sont similaires. Aucune trace de soudure ou de repli de feuille n'a été observé, ce qui indique une réalisation par simple déformation d'une masse métallique. N. Dieudonné-Glad a observé des traces de soudure à l'extrémité des fers plats de SAO.80.01.12 et SAO.82.07.06. Elle le compare au repli final de la masse métallique observé sur certains «*currency-bar*» britanniques (Crew, 1994). Néanmoins, cette soudure n'a pas été retrouvée lors la reprise de l'étude de SAO.82.07.06. Il est possible, étant donné le caractère ponctuel des analyses effectuées dans

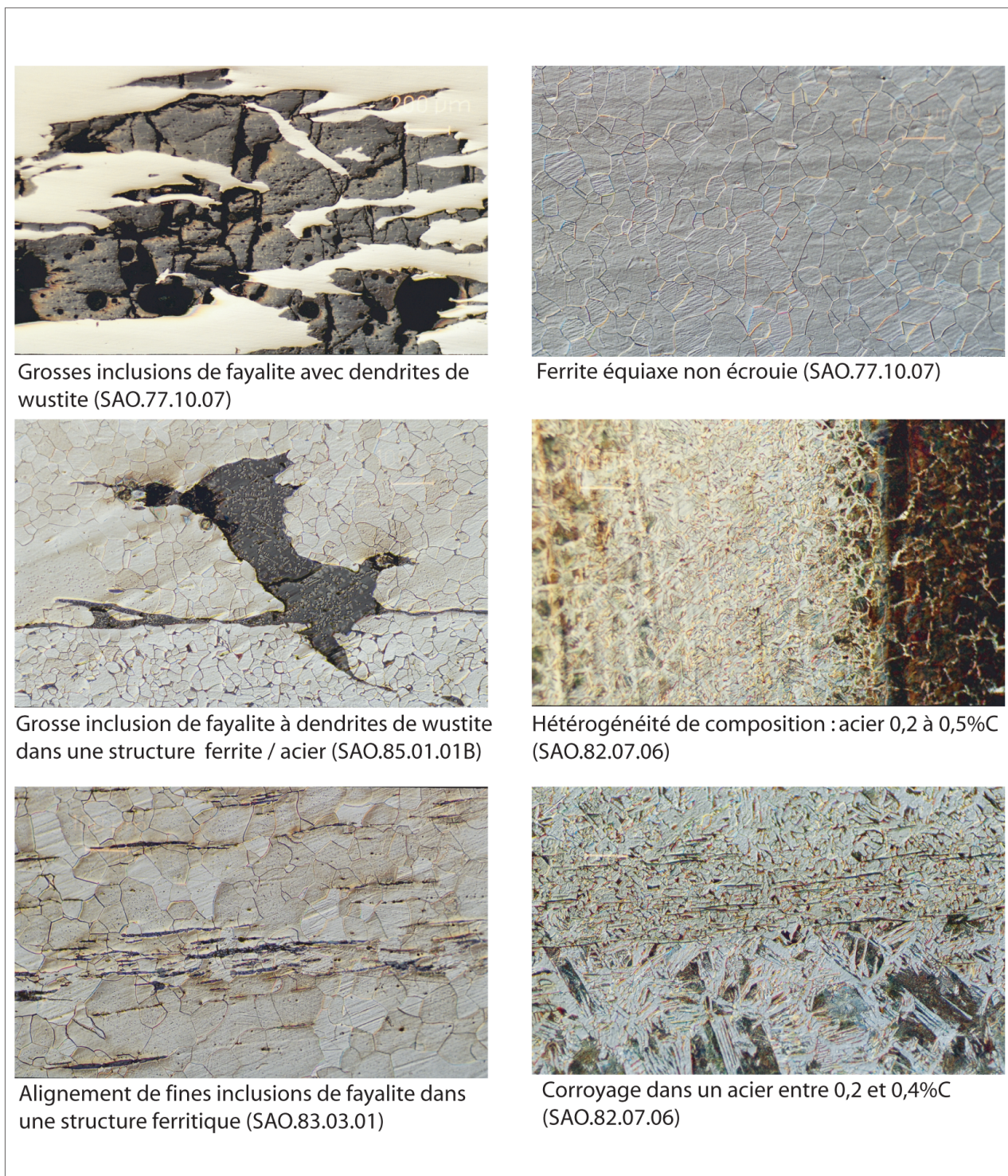


Fig. 3. Observations métallographiques: caractéristiques des demi-produits étudiés.  
(Microphotographies: P. Fluzin, LMC - CNRS)

les années 1990, que les soudures observées correspondent plutôt aux lignes d'un corroyage

de mise en forme (soudure de porosités par exemple).

#### ***4. Les demi-produits à extrémité roulée issus de la Saône, un lot dans son contexte technotypologique***

La morphologie et les techniques de fabrication caractérisant les demi-produits à extrémité roulée provenant de la Saône, permettent de les rattacher à un même ensemble technotypologique. Leurs caractéristiques révèlent une grande homogénéité technique et le choix d'une matière première (masse brute de réduction) aux propriétés similaires. Les barres sont constituées d'un alliage de composition très proche (majoritairement acier doux voire ferritique). De plus, leur grande parenté métrologique indique un forgeage à partir de produits bruts (ou fragments) de réduction de masse comparable. La similitude morphologique, la grande qualité d'épuration et la technique de mise en forme par simple déformation d'une masse de métal, récurrente, indiquent une obtention à l'issue des mêmes processus de fabrication.

Il est possible de rattacher les barres de la Saône au type CBE1, individualisé à partir d'un corpus de 450 demi-produits à extrémité roulée mis au jour en France (Berranger 2009; Berranger 2014; Berranger, Fluzin, 2012). Ce type est le plus fréquent en nombre d'exemplaires et de sites. Il se définit par une extrémité roulée étroite, formant un décrochement entre la partie roulée et le fer plat, ainsi que par un fer plat «droit» aux bords parallèles. En incluant les exemplaires de la Saône, ce type comprend 121 exemplaires, dont 12 ont subi une analyse métallographique. Au sein de ce corpus, les exemplaires de la Saône se différencient par une mise en forme à partir d'une masse de métal unique.

Les autres ont été obtenus par assemblage de masses de métal et/ou par replis successifs.

Les barres de la Saône se localisent dans la zone géographique où se trouve la plus grande concentration de barres de type CBE1. D'autres sites proches livrent ainsi ce même type d'objet (inventaire dans Berranger, 2009 et Berranger 2014): Champdivers (7 exemplaires – Daubigny et alii, 2007), Salins-les-Bains (29 exemplaires), Bourguignon-les-Moreys (9 fragments). A l'exception d'un exemplaire de Salins-les-Bains, tous se rattachent à la même variante CBE1. Principalement connue dans le quart nord-est de la France, cette variante se distribue sur une large bande allant de la Normandie actuelle à la Bourgogne, en passant par le Bassin parisien (Berranger, 2009; Berranger, Fluzin, 2011 et 2012). Certains exemplaires sont également connus dans le sud de l'Allemagne et en Suisse. La distribution relativement restreinte de ce type d'objet permet actuellement d'exclure une circulation sur de très longues distances et conduirait ainsi à envisager une production à une échelle régionale.

#### ***Conclusion***

L'étude des caractéristiques externes et internes des demi-produits issus du cours de la Saône révèle une certaine homogénéité morphologique et technique, restituant une rationalisation particulière au moment de leur fabrication (normalisation) et de leur diffusion (accord producteur/consommateur). Ces caractéristiques ne sont pas spécifiques au lot étudié ici, mais sont partagées par nombre de demi-produits à extrémité roulée de type CBE1 dont la diffusion est res-

treinte à un large quart nord est de la France et ses marges. Une spécificité différencie le lot issu de la Saône: ces barres sont obtenues par simple déformation d'une masse de métal unique, et non par soudure de feuilles de métal ou par replis successifs. La documentation ne permet pas de déterminer si l'origine de cette spécificité est chronologique ou reflèterait la production d'un atelier différent, par exemple. A ce stade de l'étude, les similarités sont plus significatives que les différences. Elles mettent en évidence une rationalisation particulière des conditions de fabrication et de distribution de ces demi-produits de fer, en fonction d'accord probablement limités à des macro-régions.

L'étude de ce lot d'objets doit à présent se poursuivre en appliquant des méthodes d'analyse nouvellement développées. Ainsi l'analyse chimique des inclusions de scories contenues dans le métal doit être réalisée afin de tester des hypothèses de provenance des masses métalliques brutes (Leroy et al. 2014). Ces objets pourront être également datés par la méthode radiocarbone, par prélèvement du carbone dans la matrice métallique elle-même (Leroy et al. 2015).

## Annexes

### Détail des analyses métallographiques

Analyses réalisées au Laboratoire «Métallurgies et Cultures» UMR 5060 - CNRS - IRAMAT à l'Université de Technologie Belfort Montbéliard, par Marion Berranger et Philippe Fluzin.

- Seurre «l'île au Bœuf». SAO 77-10-07

M: 520 g; L: 302 mm; l : 36 mm; ep: 5 mm.

### Observations macroscopiques

Ce demi-produit fragmentaire correspond à l'extrémité d'un fer plat de «currency bar». La mise en forme est soignée et les surfaces sont très régulières. Les bords du fer plat, martelés, forment un léger bourrelet. Ils ont donc été matés après mise en forme des faces principales. La largeur est constante, l'épaisseur se réduit vers l'extrémité distale, rectiligne.

### Observations microscopiques

La qualité inclusionnaire est évaluée comme bonne (de 10 à 5% d'inclusions et de porosités). On observe cependant, par endroits, la persistance de grosses inclusions (L > 1 mm , ep. > 400 µm) de scorie, parfois en cours d'assèchement. Ces inclusions base silice comprennent principalement de la fayalite et quelques dendrites de wustite. Elles sont plus rarement majoritairement siliceuses. On observe quelques replis. La structure est très homogène. Il s'agit majoritairement de ferrite équiaxe, de taille de grain homogène, avec dans la partie centrale des bandes d'acier à 0,3/0,4%C. Cette légère hétérogénéité de structure est un héritage de la masse de métal brute initiale. Aucune trace de soudure de feuille n'a été observée.

### Conclusions partielles

Ce demi-produit est très homogène tant du point de vue de la texture (inclusions) que de la structure (fer/acier). La structure de ferrite, ductile, a permis une épuration relativement aisée. La partie étudiée permet de supposer qu'il a été formé par déformation simple d'une unique masse de métal.

- Pouilly-sur-Saône. SAO.81.03.01.

M.: 650 g; L: 598 mm; l : 45 mm; ep: 5 mm.

### Observations macroscopiques

Demi-produit archéologiquement complet. Seule l'extrémité roulée est «ébréchée». Celle-ci est en forme de tube et se prolonge sur un fer plat de largeur constante. L'extrémité distale, de forme angulaire, s'achève par un amincissement du métal. Les bords du fer plat ont été martelés

sur toute la longueur ce qui a conduit à la formation d'un léger bourrelet latéral. Ce demi-produit a déjà fait l'objet d'analyses métallographiques par N. Dieudonné-Glad, (Dieudonné-Glad et alii, 2001) trois fenêtres ont été prélevées dans le fer plat et l'extrémité distale.

#### Observations microscopiques

La qualité inclusionnaire est évaluée de bonne à moyenne (10 à 5% d'inclusions). L'épuration est hétérogène d'une extrémité à une autre et certaines zones dénotent de faciès d'agglomération incomplets. Les inclusions base silice sont de deux types. Elles comprennent principalement de la fayalite avec des globules et dendrites de wustite, ou sont dans une moindre mesure riches en silice.

La structure majoritaire est la ferrite. La taille des grains irrégulière, reflète une inégalité de martelage et de chauffe. On observe de manière très locale de petites zones cémentées. Leur faible extension permet de supposer qu'elles résultent de procédés accidentels durant la mise en forme. Par endroits, le demi-produit est constitué d'acier entre 0,1 et 0,5%C. Aucune battiture, ni nappage de scorie n'ont été identifiés en surface.

#### Conclusions partielles

Le demi-produit est constitué d'une unique masse de métal, de structure faiblement hétérogène. L'étape d'épuration et de compactage était très avancée mais pas tout à fait achevée.

- Saint Marcel "Port Guillot". SAO.85.01.01b  
M.: 645 g; L: 498 mm; l : 37 mm; ep : 6 mm.

#### Observations macroscopiques

Demi-produit archéologiquement complet. Seule l'extrémité roulée est légèrement fragmentée. La mise en forme des surfaces du fer plat a été soignée. Les bords ont été martelés durant une étape finale, ce qui a conduit à la formation d'un léger bourrelet métallique latéral. La forme du fer plat est irrégulière. La largeur maximale se situe dans une zone médiane, tandis que l'extrémité distale et

celle en relation avec la partie roulée, sont moins larges. L'extrémité distale de forme angulaire, a été formée par amincissement du fer plat.

#### Observations microscopiques

La qualité inclusionnaire est évaluée majoritairement comme moyenne (10 à 15% d'impuretés), mais l'extrémité distale comprend une proportion d'inclusions non métalliques très faible, inférieure à 5%. Localement, certaines zones se révèlent moins propres et contiennent encore des alignements en grand nombre ou de taille relativement importante (L. et ep. > 300 µm). Certaines grosses porosités partiellement vidées de leur scorie, subsistent localement ce qui témoigne d'un processus d'agglomération incomplet. Les inclusions base silice comprennent majoritairement de la fayalite avec des globules ou dendrites de wustite. On observe plus rarement la présence d'amorphe.

La structure est majoritairement de la ferrite équiaxe non écrouie, présentant des irrégularités dans la taille des grains (reflet de frappes et de chauffés irréguliers). Quelques parties sont de l'acier entre 0,15 et 0,8%C. Les zones de mauvaise qualité inclusionnaire se localisent aussi bien dans la ferrite que dans les zones aciérées. Aucune battiture, ni nappage de scorie n'ont été identifiés en surface.

#### Conclusions partielles

Ce demi-produit est issu du compactage d'une unique masse de métal de structure légèrement hétérogène. Le compactage, bien que satisfaisant, n'a pas été totalement achevé.

La présence de grosses inclusions au sein des zones ferritiques (ductiles) reflète un arrêt volontaire du processus d'épuration, qui ne peut être mis en lien avec les qualités intrinsèques à cet objet (taux de carbone trop élevé pour une mise en forme aisée par exemple).

- Châlon-sur-Saône "Gué des Piles". SAO. 82.07.06.  
M.: 520 g; L: 570 mm; l : 40 mm; ep: 6 mm.

### Observations macroscopiques

Cette barre complète est constituée d'une extrémité roulée en forme de cône. L'extrémité distale, dans la continuité du fer plat, se marque par un léger amincissement de l'épaisseur et présente une forme angulaire. L'objet a été légèrement abîmé au niveau de la transition entre le fer plat et l'extrémité roulée, sur une zone où le fer plat devait être particulièrement fin.

Ce demi-produit a été étudié antérieurement par N. Dieudonné-Glad (Dieudonné-Glad et al. 2001) qui a prélevé 5 fenêtres dans la longueur et l'extrémité du fer plat.

### Observations microscopiques

La qualité inclusionnaire est évaluée comme excellente (2 à 3% d'inclusions). Les inclusions base silice sont de nature homogène. Seules quelques rares inclusions contiennent de la fayalite et des globules de wustite. Leur forme allongée dénote un compactage intense et les inclusions plus épaisses que 50  $\mu\text{m}$  sont rares. On observe de manière très marginale des phénomènes d'agglomération incomplet du métal et des porosités vides. Par endroits, l'alignement des inclusions et leur caractère anguleux évoque le recours à la technique du jet de sable.

La structure est hétérogène. Il s'agit majoritairement d'un acier compris entre 0,1 et 0,7%C, avec quelques zones ferritiques. La teneur en carbone est hétérogène sur toute la longueur, tout en étant majoritairement proche de 0,4/0,5%C. Aucune trace de soudure n'a été observée ce qui permet d'attester une obtention à partir d'une masse de métal unique. Aucune battiture, ni nappage de scorie n'ont été identifiés en surface.

### Conclusions partielles

Ce demi-produit démontre une très bonne maîtrise des procédés d'épuration: seules quelques rares inclusions subsistent au sein du métal. Il s'agit d'un produit intermédiaire formé à partir d'une masse de métal brut hétérogène fer/acier. Le mélange de la ferrite et de l'acier, et la teneur en acier majoritaire à 0,4/0,5%C, aurait pu conférer de très bonnes qualités mécaniques aux objets obtenus.

*Marion Berranger*

*Ingénieur de recherche*

*Laboratoire «Métallurgies et Cultures»*

*Laboratoire de recherche correspondant du CEA/Saclay*

*N°DSM 01-27. UMR 5060 - CNRS - IRAMAT*

*Université de Technologie Belfort Montbéliard*

*Site de Sévenans*

*90010 BELFORT Cedex*

*marion.berranger@utbm.fr*

*Philippe Fluzin*

*Directeur de recherche*

*Laboratoire «Métallurgies et Cultures»*

*Laboratoire de recherche correspondant du CEA/Saclay*

*N°DSM 01-27. UMR 5060 - CNRS - IRAMAT*

*Université de Technologie Belfort Montbéliard*

*Site de Sévenans*

*90010 BELFORT Cedex*

*lmc@utbm.fr*

### Remerciement

Nous remercions L. Bonnamour, conservateur des collections archéologiques de Châlon-sur-Saône au musée Denon, pour avoir été sensible aux problématiques développées dans le cadre d'une approche archéométrique et avoir ainsi accepté que plusieurs barres issues de la Saône soit analysées.

### Résumé

La technotypologie a été privilégiée par Jean-Paul Guillaumet pour l'étude de séries de productions métalliques. En référence à cette approche, sont présentés ici les résultats d'une caractérisation interdisciplinaire entreprise sur un lot de currency bars, des demi-produits, issus du lit de la Saône. L'analyse, allant du macroscopique au microscopique, a mis en évidence la grande homogénéité morphologique, technique et structurale de ce lot d'objets. Il est possible de les rattacher à un même ensemble technotypologique connaissant une distribution géographique relativement restreinte.

## Riassunto

In questo articolo vengono presentati i risultati della caratterizzazione interdisciplinare attivata su un gruppo di *currency bars*, recuperato dal fondo della Saona. La base di riferimento è quella dell'approccio tecno-tipologico privilegiato da J.-P. Guillaumet nello studio delle serie di produzioni metalliche. La nostra analisi, che va dal macroscopico al microscopico, ha messo in evidenza la grande omogeneità morfologica, tecnica e strutturale di questo gruppo di materiali che è possibile ricollegare a un medesimo insieme tecno-tipologico, la cui distribuzione geografica è relativamente ristretta.

## Bibliographie

Berranger M., 2009, *Le fer, entre matière première et moyen d'échange, en France du VIII au Ier s. av. J.-C. Approches interdisciplinaires*. Thèse de doctorat, Université Panthéon-Sorbonne Paris 1, sous la direction de P. Brun et Ph. Fluzin, 2009.

Berranger M., 2014, *Le fer entre matière première et moyen d'échange, en France du VIIe au Ier s. av. J.-C. Approches interdisciplinaires*, Ed. Universitaires de Dijon.

Berranger M., Fluzin P., 2011, «Du métal brut au demi-produit: propriétés et modes de circulation des matières premières ferreuses», in: Reddé M., Barral P., Favory F., Guillaumet J.-P., Joly M., Marc J.-Y., Nouvel P., Nuninger L., Petit C., dir., *Aspects de la Romanisation dans l'Est de la Gaule*, 2011, p. 877-886 (BIBRACTE 21).

Berranger M., Fluzin P., 2012, «From iron to

semi-product: quality and circulation of materials during the Iron Age in France», *Archaeometry* 54, 4: 2012, p. 664-684.

Bonnamour L., 1975, «Chronique archéologique: Saint Marcel», *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 44. 1975, p. 31-35.

Bonnamour L., 1976, «Chronique archéologique: Les Piles», *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 45. 1976, p. 15-16.

Bonnamour L., 1982-1983, «Chronique archéologique: Seurre», *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 52. 1982-1983, p. 70-71.

Bonnamour L., 1984a, «Chronique archéologique: Châlon», *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 53. 1984, p. 7-66.

Bonnamour L., 1984b, «Chronique archéologique», *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 53. 1984, p. 7-80.

Bonnamour L., 1985, «Les sites de la Saône aux âges du fer: problématiques», in: Guillaumet J.-P., Duval A., Bonnamour L., *Les âges du Fer dans la vallée de la Saône (VIIe-Ier siècle av. notre ère) paléométallurgie du bronze à l'âge du Fer. Actes du VIIIe colloque de l'AFEAF, tenu à Rully 12-15 mai 1983*. 6e suppl. Revue archéologique de l'Est, CNRS: 1985, p. 29-31.

Bonnamour L., 1997, «Archéologie du lit mineur de la Saône: les recherches en Chalonnais», in: Bravard J.-P., Prestreau M., *Dynamique du paysage, entretiens de géoarchéologie*. Table ronde tenue à Lyon les 17 et 18 novembre 1995.



Ministère de la culture, DRAC, SRA: Lyon, 1997, p. 151- 168. (Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes, 15).

Bonnamour L., 2000, *Archéologie de la Saône, le fleuve gardien de la mémoire*, Errance, Châlon sur Saône.

Crew P., 1994, «Currency Bars in Great Britain, typology and function», in: Mangin M. dir., *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, Paris, 1994, p. 175-176.

Daubigny A., Barral P., Canet S., 2007, «Le dépôt laténien et romain de Champdivers dans la basse vallée du Doubs (Jura)», in: Barral P., Daubigny A., Dunning C., Kaenel G., Roulière-Lambert M.-J., *L'âge du Fer dans l'arc jurassien et ses marges. Dépôts, lieux sacrés et territorialité à l'âge du Fer*, vol. II. Actes du XXIXe colloque international de l'AFEAF tenu à Bienne du 5 au 8 mai 2005, Presses Universitaires de Franche-Comté: Besançon, 2007, p. 405-424 (Annales Littéraires; Série Environnement, sociétés et archéologie).

Déchelette J., 1913, *La collection Millon, antiquités préhistorique et Gallo-Romaines*, Librairie Paul Geuthner: Paris, 1913.

Delamare F., Nicolas G., Mencarelli E., 1982, «Etude du forgeage d'un lingot de fer protohistorique», *Mémoires et études scientifiques: Revue de métallurgie*, 79/2. 1982, p 97-104.

Delamare F., Nicolas G., 1983, «Etude d'un lingot de fer protohistorique», *Journées de Paléométaballurgie*, UTC Compiègne, p. 483-494.

Dupont E., Ronchail F., 1995, *Projet de labo-*

*ratoire ENSMA: études métallographiques d'épées celtes et romaines*. Document dactylographié, 1995.

Dieudonné-Glad N., Parisot N., Parisot J., Dupont E., Ronchail F., 2001, «Metallographic examination of five flat iron bars with socket from the river Saône (France)», *Historical Metallurgy*, 35-2, 2001, p. 67-73.

Dumont A. 2002, *Les passages à gué de la Grande Saône, approche archéologique et historique d'un espace fluvial (de Verdun sur le Doubs à Lyon)*. Revue archéologique de l'Est, 17ème supplément: Dijon.

Guillaumet J.-P., 2003, *Paléomanufacture métallique: méthode d'étude*. Infolio éditions, CH: 2003.

Leroy et al. 2014, Leroy S., Dillmann P., Disser A., L'Héritier M., Bauvais S., Fluzin P., 2014, «Circulation et provenance des alliages ferreux», in: Dillmann P., Bellot-Gurlet L., *Circulation et provenance des matériaux dans les sociétés anciennes*, Editions des archives contemporaines, collection «sciences archéologiques», p. 73-101.

Leroy et al. 2015, Leroy S., Delquekolic E., Du Moulin J.-P., Moreau C., Dillmann P., «Consolidation or initial design? Radiocarbon dating of ancient iron alloys shed light on the reinforcements of French Gothic Cathedrals», *Journal of Archaeological Science*, 53 (0), p. 190-201.