HAL open science

Productions, commerces et consommation du fer dans le sud de la Gaule de la Protohistoire à la domination romaine

Gaspard Pagès

▶ To cite this version:

Gaspard Pagès. Productions, commerces et consommation du fer dans le sud de la Gaule de la Protohistoire à la domination romaine. Gallia - Archéologie de la France antique, 2014, 71 (2), pp.47-67. 10.4000/11q15 . halshs-01402609

HAL Id: halshs-01402609
https://shs.hal.science/halshs-01402609v1

Submitted on 14 Jan 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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Productions, commerces et consommation du fer dans le Sud de la Gaule de la Protohistoire à la domination romaine

Gaspard Pagès *

À la mémoire de Jean-Luc Fiches

Mots-clés. *Métallurgie, fer, Gaule du Sud, Gaulois, romanisation, réduction, forgeage, commerces, demi-produits.*

Résumé. *En Gaule du Sud, si le travail du fer apparaît durant la Protohistoire, la généralisation de cet artisanat s'étend sur la longue durée sous des influences continentales et méditerranéennes, à l'interface des mondes indigènes et classiques. Il s'agit donc ici de discuter des parts des héritages gaulois et de la colonisation romaine dans le développement des débuts de la métallurgie du fer en Gaule méditerranéenne sous la forme d'un état des lieux critique mené à partir de la documentation archéologique disponible. Le raisonnement s'inscrit dans la longue durée, depuis l'apparition des premières pièces ferreuses aux* VIIIe-VIIe *s. av. J.-C. jusqu'à la domination de l'Empire romain, autour de quatre problématiques complémentaires : quelle est la place du fer dans la culture matérielle des différentes sociétés, quelle est l'ampleur des activités de forge installées dans le tissu de peuplement, quelles sont les stratégies d'exploitation des gisements de minerai de fer adoptées et, enfin, quels sont les réseaux et les standards de commercialisation en gros de ce matériau qui se développent dans le Sud de la Gaule entre la Protohistoire et l'Empire romain ?*

Keywords. *Metalworking industry, iron, South Gaul, Gauls, Romanisation, reduction, forging, trade, semi-products.*

Abstract. *In South Gaul, the iron craft appears during Protohistory, and its generalization spreads over a long span under continental and Mediterranean influences. Here, we'll discuss the role the Gallic heritage and the Roman colonization played in the first developments of ironwork industry in mediterranean Gaul by a critical assessment based on the available archaeological documentation. Our reasoning goes from the appearance of the first iron objects in the 8th-7th c. BC to the Roman Empire power, and focuses on four main issues: the importance of iron in the material culture of the different societies, the size of forge activities developed in the settlements, which exploitation strategies of iron ore deposits are used, and finally what networks and trade standards of wholesale iron are developed in the South of Gaul, from Protohistory to the Roman Empire?*

Translation: Cécile Tuarze

La métallurgie du fer en Gaule du Sud est-elle une pratique gauloise ou un fait de romanisation ? [1] Cette interrogation relève d'un débat qui remonte aux années 1970 et au développement des études sur la métallurgie ancienne du fer en France méditerranéenne, notamment sous l'impulsion des travaux de Claude Domergue et de son équipe dans la Montagne Noire (Domergue, Leroy, 2000 ; Domergue *et al.*, 2006). Cependant, la question n'a pas été réellement traitée ou, pour être plus exact, a été rapidement résolue par un axiome : étant donné que des objets en fer sont utilisés dans le Sud de la Gaule à partir des VIIIe-VIIe s. av. J.-C., il existe dans cette aire géographique une métallurgie du fer protohistorique (Janin, Chardenon, 1998 ; Serneels, 2007, p. 427).

Aujourd'hui, face au développement de l'archéologie préventive et programmée, et compte tenu de l'avancée des connaissances historiques et méthodologiques, cette problématique gagne à être revisitée. En effet, s'il est possible d'aborder cette

1. Je tiens à remercier Dominique Garcia qui, en m'invitant en 2009 au séminaire d'Antiquités nationales et de Protohistoire européenne du Centre Camille-Jullian et de l'Université de Provence pour traiter de « La métallurgie du fer aux IIe-Ier s. avant J.-C. : pratiques gauloises ou faits de romanisation ? », m'a inspiré l'idée de cet article. Mes pensées vont aussi à Jean-Luc Fiches qui m'a encouragé et aidé à structurer une réflexion sur la circulation du fer en Méditerranée entre les mondes gaulois et romain. Mes remerciements vont également à Luc Long, Philippe Fluzin, Philippe Dillmann, Michel Bats, Marie-Pierre Jézégou, Marion Berranger, Nicolas Tisserand, Alexandre Burgevin et Alexandre Beylier sans qui l'ensemble des données ici rassemblées n'aurait pas pu être présenté ni discuté. Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance au Laboratoire Archéomatériaux et Prévision de l'Altération (LAPA ; SIS2M/NIMBE, UMR 3299 du CEA/CNRS et IRAMAT, UMR 5060 du CNRS) et au programme ANR/DFG « *Circulation of Iron Products in the Iron-Age of Eastern France and Southern Germany* » (CIPIA), qui ont soutenu la rédaction et la publication de cet article.

* UMR 7041 du CNRS, Archéologies et Sciences de l'Antiquité (ArScAn), 21 allée de l'Université, F-92023 Nanterre Cedex. Courriel : gaspard.pages@gmail.com

question à partir de l'étude de la culture matérielle selon l'approche archéologique traditionnelle en mesurant, tant du point de vue quantitatif que qualitatif, la place du fer dans les sociétés à une époque donnée, il est envisageable de coupler à ce regard une approche plus originale en s'appuyant sur l'analyse quantitative et qualitative des activités métallurgiques. Cet aspect est particulièrement attrayant, puisque la métallurgie du fer engendre au cours de ses différentes étapes de la chaîne opératoire de multiples et distinctifs déchets, ainsi que la construction d'aménagements spécifiques et apparents (Mangin dir., 2004). Dans la chaîne opératoire de la métallurgie ancienne du fer dite directe, on distingue deux phases principales. En premier lieu, la production du fer qui n'est autre que l'extraction et surtout la réduction directe du minerai en métal. En second lieu, le travail du fer qui renvoie au forgeage et donc à la fabrication d'objets. À ces deux étapes vient s'ajouter nécessairement le commerce en gros du fer, effectif des lieux de production jusqu'aux lieux de forgeage sous la forme de produit semi-fini (demi-produit), dont l'analyse permet d'évaluer les réseaux de diffusion, les standards de commercialisation et les aires d'influences économiques.

Ainsi, à travers l'analyse de la culture matérielle des deux phases métallurgiques de la filière ancienne et du commerce en gros du fer sous sa forme semi-finie, quelle perception peut-on avoir aujourd'hui de la métallurgie du fer en Gaule du Sud entre l'apparition des premières pièces ferreuses durant la Protohistoire et le moment où le territoire est conquis par Rome au cours des IIe-Ier s. av. J.-C. ? En d'autres termes, quelle est la part des héritages gaulois et des influences romaines dans le développement de la métallurgie du fer en Gaule méditerranéenne ?

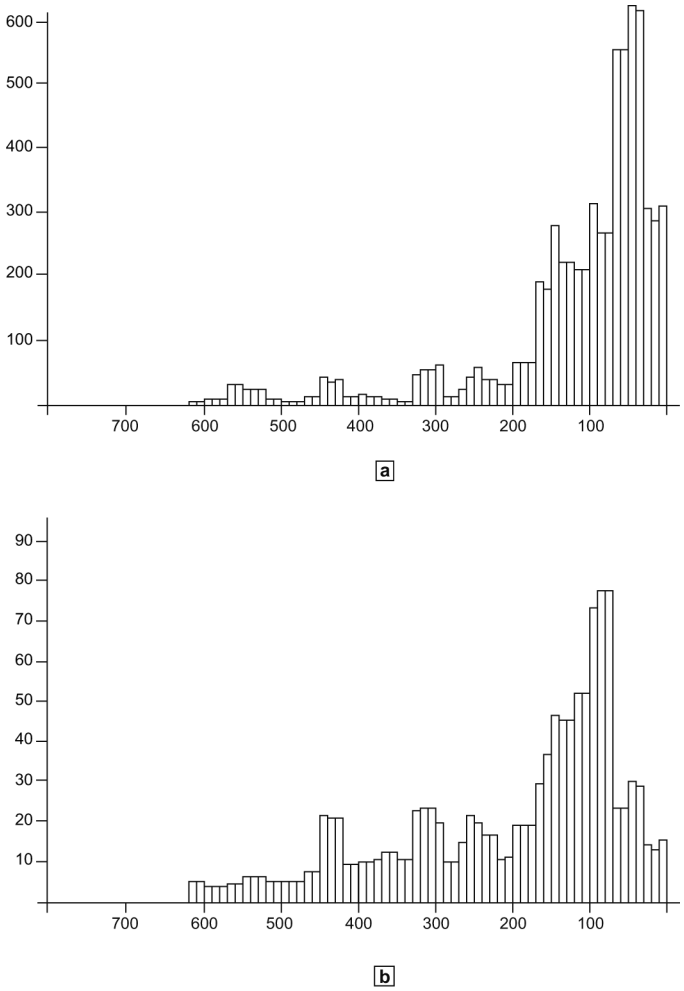

Fig. 1 – *Évolution de la fréquence des objets en fer durant la Protohistoire dans la région nîmoise :* ***a****, nombre cumulé d'objets en fer par décennie ;* ***b****, nombre d'objets en fer pour 10 000 tessons de vases pour la même période dans la même région (d'après Py, 1990, p. 507, doc. 138).*

LE FER ET SES PRODUCTIONS

FRÉQUENCE ET VALEUR DU FER DANS LA CULTURE MATÉRIELLE DES SOCIÉTÉS PROTOHISTORIQUES

La place du fer dans la culture matérielle des sociétés protohistoriques du Sud de la Gaule a été appréciée dans de rares études. En effet, il faut se fonder sur un des volets de la thèse d'état de Michel Py, soutenue en 1987, pour disposer d'un tableau exhaustif à même de mesurer l'évolution de ce phénomène à partir d'une approche globale, à l'échelle d'une microrégion représentative : la région nîmoise (Gard). Ici, la fréquence des objets en fer entre le VIIIe s. av. J.-C. et le changement d'ère est évaluée à partir de l'ensemble des fouilles réalisées dans la région nîmoise avant le milieu des années 1980 (Py, 1990, p. 507). Deux modes de comptage sont utilisés : le nombre cumulé d'objets en fer par décennie et le nombre d'objets en fer pour 10 000 tessons de vases recueillis pour la même décennie dans la même région, afin d'évaluer l'évolution du fer par rapport à un matériau commun de référence, sans oublier de s'affranchir des distorsions dues à la surreprésentation d'une époque (fig. 1). Quel que soit le mode de comptage, un même constat s'impose : le début du deuxième tiers du IIe s. av. J.-C. est marqué par une augmentation de la fréquence des objets en fer dans les habitats du Nîmois. Une augmentation de l'ordre de 600 % qui s'étend sur un siècle. C'est une augmentation très importante et sans précédent, puisque les objets en fer restent plutôt rares à la fin du IIIe s. av. J.-C., malgré une augmentation constante de leur fréquence depuis leur apparition aux VIIIe-VIIe s. av. J.-C.

Pour renforcer cette approche à partir de la culture matérielle, il faut également évaluer l'évolution de la valeur du matériau fer à partir de ses utilisations. Le fer est-il un matériau rare employé dans des objets de prestige ou un métal commun mis en œuvre dans des objets ordinaires et grossiers ? Pour ce faire, nous suivrons ici aussi les travaux de Michel Py qui a alimenté cette question en se fondant sur la fréquence des clous en fer protohistoriques découverts dans la région nîmoise (Py, 1990, p. 516). Il s'agit en effet d'un objet ordinaire, dont la fabrication en fer traduit une banalisation du matériau. Il est de surcroît facilement identifiable, en contexte d'habitat, lequel offre un cadre privilégié pour mesurer l'évolution de sa présence. À partir des deux modes de calcul déjà utilisés (voir *supra*), le même constat s'impose à nouveau : le début du deuxième tiers du IIe s. av. J.-C. est marqué par une augmentation importante durant un siècle de la fréquence des clous en fer dans les habitats du Nîmois (fig. 2). La banalisation de l'utilisation de ce matériau semble donc aller de pair avec l'augmentation du nombre d'objets en fer.

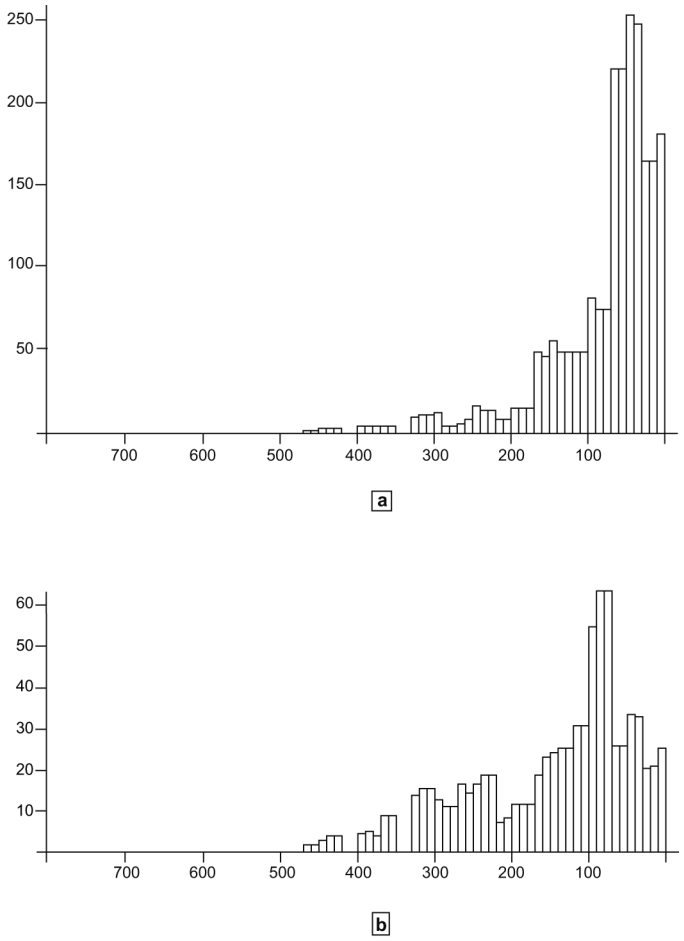

Fig. 2 – *a*, *décompte cumulé ;* ***b***, *nombre des clous en fer par décennie pour 30 000 tessons de vases dans la région nîmoise (d'après Py, 1990, p. 516, doc. 145).*

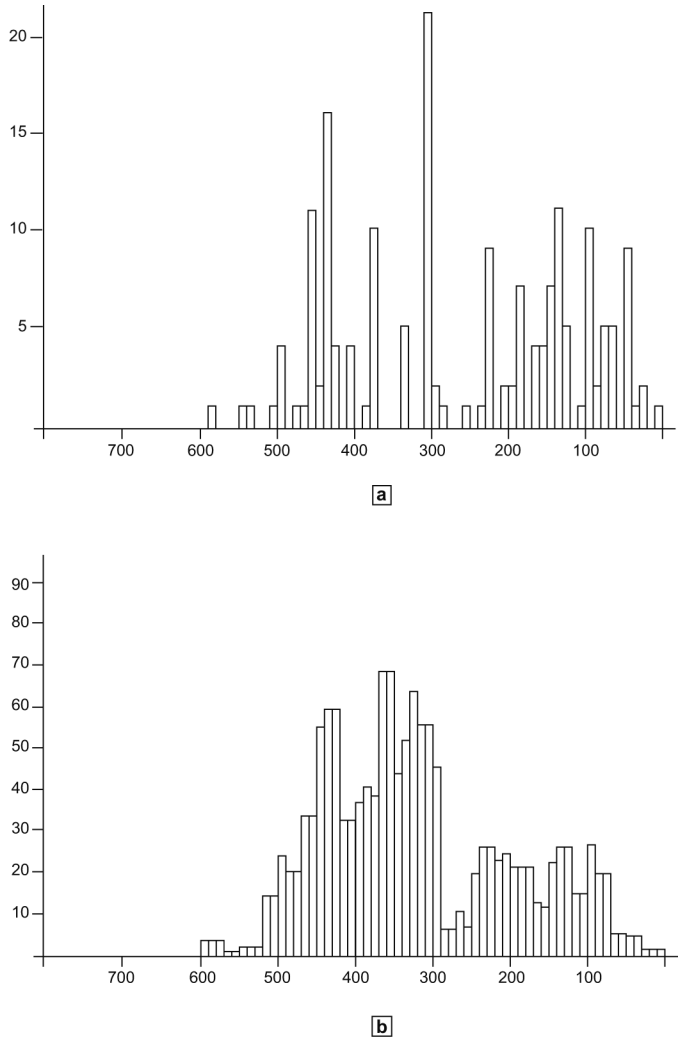

Fig. 3 – *Répartition des scories de forge par époque :* ***a***, *dénombrement des scories ;* ***b***, *nombre de scories pour 50 000 tessons de vases pour la même période dans la région nîmoise (d'après Py, 1990, p. 507, doc. 137).*

Au final, une réalité se dégage : entre le début du deuxième tiers du IIe s. av. J.-C. et la première moitié du Ier s. av. J.-C., l'utilisation du fer connaît une période de généralisation et de banalisation massive dans les sociétés du Sud de la Gaule. Cette dynamique n'est pas une spécificité de la région nîmoise. Elle est reconnue dans différents espaces plus septentrionaux de Gaule à partir du milieu du IIe s. av. J.-C. et apparaît aujourd'hui comme un fait commun des sociétés protohistoriques de Gaule (Orengo, 2007 ; Brun, Ruby, 2008, p. 129-130 ; Bauvais, Fluzin, 2009, p. 167 ; Berranger, 2009, p. 265).

LES TRAVAUX DE FORGE DANS L'HABITAT GAULOIS DU MIDI : LE PROBLÈME DE LA QUANTIFICATION À PARTIR DES DÉCHETS REJETÉS

Face au tableau dressé sur la place du fer dans la culture matérielle, comment évoluent les activités métallurgiques ferreuses dans les sociétés de Gaule méditerranéenne entre la Protohistoire et l'Antiquité romaine ? Le propos est en premier lieu focalisé sur le travail du fer parce qu'il s'agit d'une activité en grande partie exercée en contexte d'habitat. Les données sont donc comparables à l'analyse de la place du fer dans la culture matérielle, contrairement à la réduction du minerai, laquelle est exclusivement exercée en dehors de l'habitat en Occident, à proximité des gisements de minerai et de bois (Leroy, Merluzzo, 2004, p. 67). Le travail du fer correspond au forgeage des objets. Il se matérialise par des forges, mais aussi par les déchets issus des travaux de forge et, spécialement, par les scories en culots qui se forment dans le fond du foyer à chaque cycle de chauffe.

Michel Py a dénombré les scories de forge issues des fouilles d'habitat de la région nîmoise (Py, 1990, p. 507). Les décomptes obéissent toujours à deux modes identiques : l'un est exprimé en fréquence, l'autre par rapport à 50 000 tessons de vases recueillis pour la même décennie dans la même région, afin de limiter la surreprésentation d'une époque (fig. 3). Trois observations se dégagent de ces deux modes de calcul : le nombre de scories ne cesse d'augmenter entre le début du VIe s. et le début du IVe s. av. J.-C. ; il décline ensuite de plus de deux tiers au début du IIIe s. av. J.-C. ; ensuite, au cours des trois derniers siècles av. J.-C., le nombre des scories reste stable et à un niveau faible. Si l'on considère les habitats groupés occupés sur la longue durée, on constate un phénomène sensiblement proche, que ce soit par exemple dans l'île 1 de Martigues (Bouches-du-Rhône), à Béziers (Hérault) ou à Lattes (Hérault) (Lebeaupin, 1998, p. 83 ; Olive, Ugolini, 1998, p. 79 ; Rétif, 1998, p. 106 ;

Py, 2009, p. 262-273). Les Ve et IVe s. av. J.-C. renferment plus de scories que les IIe et Ier s. av. J.-C. Il faut cependant rester prudent, car dans des analyses monographiques, il peut exister des distorsions dues aux stratégies de fouille et aux fluctuations locales et conjoncturelles dans l'intensité des activités de forge.

Ce qui renforce le propos est que cette observation n'est là encore pas spécifique au Sud de la Gaule. Dans sa thèse de doctorat sur la métallurgie du fer dans le Bassin parisien, Sylvain Bauvais a constaté un phénomène proche en prenant en compte, non pas le nombre de scories par période, mais le nombre de forges recensées par époque. Il constate une augmentation du nombre de forges entre le début du IVe s. et le premier tiers du Ier s. av. J.-C., puis une baisse significative du nombre de forges au cours des trois derniers tiers du Ier s. av. J.-C., alors que le fer est en consommation courante (Bauvais, 2007, vol. 2 p. 111 ; Bauvais, Fluzin, 2009, p. 167 et p. 173-175). L'interprétation donnée à cette situation est la concentration des forges dans les agglomérations et les *oppida* alors récemment créés dans le Bassin parisien. Peut-on transposer cette explication à la Gaule du Sud ? Cela paraît difficile puisque le phénomène d'agglomération de l'habitat autour du pourtour méditerranéen est déjà accompli au IIIe s. av. J.-C., au moment où les scories deviennent moins fréquentes dans l'habitat (Bagan, 2007).

Aussi, comment interpréter la contradiction suivante observée dans le Midi méditerranéen : les déchets de forge occupent une place de plus en plus faible dans les fouilles d'habitat un siècle avant que l'utilisation du fer se généralise et se banalise à partir du début du deuxième tiers du IIe s. av. J.-C. ?

Il paraît peu probable que l'explication réside dans la raréfaction des activités de forge et dans l'importation massive d'objets manufacturés à cause de la nécessaire proximité de cet artisanat qui requiert bien souvent une adaptation à un support (par exemple, pour les bandages de roues) et comprend de nombreux travaux d'entretien et de réparation. En revanche, une pratique pourrait expliquer cette contradiction. Il s'agit de l'évacuation des déchets des travaux de forge. Cette explication n'est concevable que dans la situation où les activités de forge seraient courantes et massives, ce qui semble être le cas étant donné que le fer se banalise au moins à partir du début du deuxième tiers du IIe s. av. J.-C. (voir *supra*, p. 48 et 49). Étant dorénavant trop encombrantes, les scories sont plus régulièrement évacuées hors des aires de travail et de vie, ce qui engendre leur sous-représentation dans les fouilles d'habitat, notamment par rapport au moment où les forges fonctionnaient moins régulièrement et intensément et où, par conséquent, les scories étaient moins nombreuses et davantage rejetées aux abords directs des espaces artisanaux. En effet, à titre d'exemple et de référence, à Châbles (Suisse), dans une forge de la fin du Ier s.-début du IIe s. particulièrement bien conservée et étudiée, 2 000 jours de travaux de forge ordinaires et courants (environ 5,5 ans en continu) ont produit 700 kg de scories – sans compter les chutes métalliques – et environ 2 000 culots de forge (Anderson *et al.*, 2003, p. 166-174).

Cette gestion de l'encombrement des déchets par leur évacuation hors des zones de travail et de vie est reconnue et cela quel que soit le type d'habitat et quelle que soit l'époque, de l'âge du Fer au Moyen Âge. Pour rester dans le cadre protohistorique, on citera par exemple les forges de ferme gauloise où les scories

Fig. 4 – *La forge du nord-ouest de l'îlot VI d'Olbia de Provence (Hyères, Var) vers 40-30 av. J.-C., avant son abandon : tas de battitures et de parois de foyer au milieu de l'atelier dont le sol est nettoyé (cliché : G. Pagès, CNRS).*

se retrouvent systématiquement plus nombreuses dans les fossés qu'aux abords de la forge, bien qu'il ne s'agisse pas d'établissements agglomérés (Bauvais, Fluzin, 2005, p. 120 ; Malrain *et al.*, 2010, p. 80). On citera aussi le cas des habitats groupés comme les *oppida* où les scories sont souvent nombreuses, mais pas à la mesure des activités de forge découvertes. Par exemple, l'*oppidum* d'Entremont à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) n'a livré que 71,5 kg de scories, bien que deux ateliers de forge y aient fonctionné de 150-140 à 110-90 av. J.-C. et qu'une très grande partie de l'habitat ait été fouillée (Berranger, Fluzin, 2007, p. 8-9 et p. 12).

Cette gestion de l'évacuation des déchets est également nettement visible dans l'îlot VI du fort grec d'Olbia de Provence à Hyères (Var) qu'occupent des forgerons de sa fondation à son abandon, entre 325 av. J.-C. et 20 apr. J.-C. (Pagès *et al.*, 2012). Les quatre ateliers n'ont livré guère plus d'une trentaine de kilogrammes de scories. Elles proviennent essentiellement des comblements des aménagements métallurgiques excavés abandonnés. Les sols de travail ont été découverts propres. Ces derniers étaient par conséquent régulièrement nettoyés.

Des vestiges forment d'ailleurs des témoins directs de l'évacuation des déchets dans l'îlot VI d'Olbia de Provence. Un tas a été amoncelé au centre de l'atelier du nord-ouest avant son abandon vers 40-30 av. J.-C. (fig. 4). Il est composé, d'un côté, de fragments de paroi de foyer de forge et, de l'autre, de battitures – des oxydes de fer souvent en paillettes issus du martelage des objets en fer (*ibid.*, p. 336-338). Dans l'état suivant de l'époque romaine, un amas de 1,5 kg principalement constitué de culots de forge a été découvert dans une fosse aménagée dans l'angle sud-ouest de l'atelier, probablement pour préparer leur rejet (Bats *et al.*, 2006, p. 132-133 ; Pagès, Fluzin, 2006, p. 162). D'autres exemples de ce type sont connus notamment dans l'îlot 9 de la station routière d'*Ambrussum* à Villetelle (Hérault) où près de 13 kg de scories indifférenciées sont entassés dans l'angle sud-ouest de l'atelier de forge principal de l'état C : de 50 à 75 apr. J.-C. (Pagès *et al.*, 2009, p. 322 et p. 324). Si ces exemples attestent clairement une pratique régulière de l'évacuation des déchets, ils montrent aussi que cet usage s'accompagne parfois d'un tri qui pourrait

suggérer des rejets différenciés, voire des recyclages de certains types de scories comme cela est reconnu pour les chutes de fer souvent en partie réinjectées dans la chaîne de fabrication des objets, quels qu'ils soient (Serneels *et al.*, 2004, p. 110 ; Pagès *et al.*, 2009, p. 336-341).

Suivant ce raisonnement, dès lors qu'un travail de forge est pérenne dans une agglomération, il existe une évacuation des scories régulière qui entraîne un déficit quantitatif de ce déchet dans les sources archéologiques. En somme, seules les scories fabriquées directement avant l'abandon des aménagements artisanaux sont conservées, tandis que la grande majorité des déchets de l'activité a, quant à elle, été évacuée auparavant. Pour la Gaule du Sud, durant la mise en place de la métallurgie du fer entre le VIe et le IVe s. av. J.-C., les fouilles ont livré beaucoup de scories et peu d'objets en fer par rapport aux siècles suivants. Cette configuration matérialiserait l'existence d'un artisanat dont la production quantitative reste limitée. Ensuite, dans une deuxième étape, à partir des IIIe-IIe s. av. J.-C., le travail du fer se démocratiserait largement. Alors, peu de scories seraient rejetées dans les habitats, tandis que beaucoup d'objets y sont perdus ou abandonnés.

Si cette hypothèse est acceptée, elle implique que les travaux de forge se généralisent et s'intensifient dès le début du IIIe s. av. J.-C. en Gaule méditerranéenne, un siècle avant que le matériau fer se banalise, au début du deuxième tiers du IIe s. av. J.-C. Le travail de forge en Gaule du Sud prend donc racine dans une pratique gauloise dès le VIe s. av. J.-C., puis s'intensifierait à partir du IIIe s. av. J.-C. dans le cadre d'un processus de développement global de la métallurgie du fer en Méditerranée nord-occidentale auquel participent également les mondes étrusque, ibère et romain (Crew, 1991 ; Bielenin *et al.*, 1998, p. 171 ; Domergue *et al.*, 2006 ; Corretti, Benvenuti, 2011 ; Corretti, Firmenti, 2011).

LA RÉDUCTION DU MINERAI DE FER EN GAULE DU SUD : L'INFLUENCE ROMAINE

Pour saisir pleinement l'évolution des activités métallurgiques ferreuses à la transition entre Protohistoire et Antiquité romaine, il faut également tenir compte de la production du fer brut, c'est-à-dire des activités de réduction qui permettent la transformation du minerai de fer en métal par la filière directe (Leroy, Merluzzo, 2004).

En l'état actuel des recherches archéologiques, un constat se dégage : en Gaule du Sud, dans le territoire qui deviendra la Narbonnaise, aucun lieu de réduction du minerai de fer n'est connu pour une chronologie antérieure au IIe s. av. J.-C. Pourtant, le minerai de fer est courant dans ce territoire, comme d'ailleurs dans toute la Gaule et dans toute la croûte terrestre puisqu'il est le cinquième élément la constituant. Plus encore, il ne semble pas que cette situation découle d'un état de la recherche puisque cette zone a largement bénéficié du développement de l'archéologie préventive et de recherches spécialisées sur la question ces quarante dernières années. Ce constat est encore plus frappant si l'on tient compte du reste de la Gaule : des exploitations sont connues notamment dans la région du Mans, dans l'Yonne, en Haute Bretagne, dans la région Centre et en Normandie pour la fin du premier âge du Fer et le début du second âge du Fer (Dunikowski, Cabboï, 1995 ; Rebiscoul, 2003 ; Cabboï *et al.*, 2007, p. 36-37 ; Fournier, Milcent, 2007 ; Honoré *et al.*, 2007 ; Vivet, 2007). Au sud du Massif central, les sites de réduction antérieurs au IIe s. av. J.-C. les plus proches de notre aire d'étude sont rares et très peu étendus : ils se trouvent à Courcan (Cours, Lot) et à Larla (Saint-Martin-d'Arrossa, Pyrénées-Atlantiques) (Fabre, Rigal, 2007 ; Beyrie, 2008). Ceci va donc à l'encontre de l'hypothèse selon laquelle les sociétés gauloises méditerranéennes ont nécessairement produit du fer pour pouvoir commercer avec le monde méditerranéen, suivant un modèle avéré pour les alliages cuivreux (Garcia, Sourisseau, 2010).

Durant le IIe s. av. J.-C., la situation change profondément. Le midi de la France voit l'installation d'exploitations de réduction du minerai de fer. Cette introduction des activités de production du fer ne semble pas gagner tout le pourtour méditerranéen, mais concerne principalement une zone délimitée par le Canigou (Pyrénées-Orientales) au sud et par la Montagne Noire (Aude) au nord (Decombeix *et al.*, 2000 ; Mut, Kotarba, 2007 ; Mantenant, 2011). En effet, seuls quelques autres lieux de réduction modestes ont peut-être existé aux IIe et Ier s. av. J.-C. dans le Bois des Lens, le Mercantour et le Luberon, mais leur datation doit être confirmée par des fouilles archéologiques, étant donné que de nombreux indices tendent à montrer que leur chronologie de fonctionnement remonterait davantage à l'Antiquité tardive et au haut Moyen Âge (Bessac, Bonnaud, 1998 ; Courgey, 2002 ; Morin *et al.*, 2007 ; Pagès, 2010a, p. 21-28).

Entre le Canigou et la Montagne Noire, comme dans toute la Gaule d'ailleurs, au IIe s. av. J.-C., les moyens de production sidérurgique sont dispersés (fig. 5). L'unité de production sidérurgique utilisée est un simple atelier de réduction composé schématiquement d'un bas fourneau, éventuellement d'un foyer d'épuration pour compacter la masse brute de fer issue du bas fourneau en bénéficiant de son inertie thermique, et d'un ferrier, un tas de scories issues des différentes réductions. Les réductions peuvent y être conduites indéfiniment, à la condition que le bas fourneau soit régulièrement réparé et reconstruit. Vu que l'installation est rudimentaire, les métallurgistes pouvaient aussi déplacer l'atelier pour se rapprocher des ressources exploitées : bois et minerai. D'après les quelques fouilles effectuées sur ce type de structure en Lorraine, dans le Jura vaudois et dans les garrigues languedociennes, on peut estimer que chaque atelier de ce type fabriquait entre 1 t et 50 t de fer dans une fourchette chronologique variable, souvent comprise entre 10 et 20 ans (Leroy *et al.*, 1990 ; Pelet, 1993, p. 97-99 ; Serneels, 1993, p. 84, p. 122 et p. 148 ; Pagès, 2010a, p. 47-64). La plupart du temps, ces ateliers simples n'étaient pas isolés. Plusieurs d'entre eux servaient à exploiter un même gisement simultanément, comme sur le versant méridional de la Montagne Noire, dans le bassin supérieur de la vallée de la Dure, où les chercheurs toulousains ont identifié près de 200 ateliers pour une période comprise entre le IIe s. et le milieu du Ier s. av. J.-C. (Decombeix *et al.*, 2000).

Entre les années 60 et 20 av. J.-C., ces moyens de production dispersés entre la Montagne Noire et le Canigou sont supplantés par des exploitations concentrées, dont l'exemple de référence est le domaine des Forges au Martys (Aude), dans la vallée de la Dure, sur le versant méridional de la Montagne Noire (Domergue dir., 1993). D'autres exploitations, moins

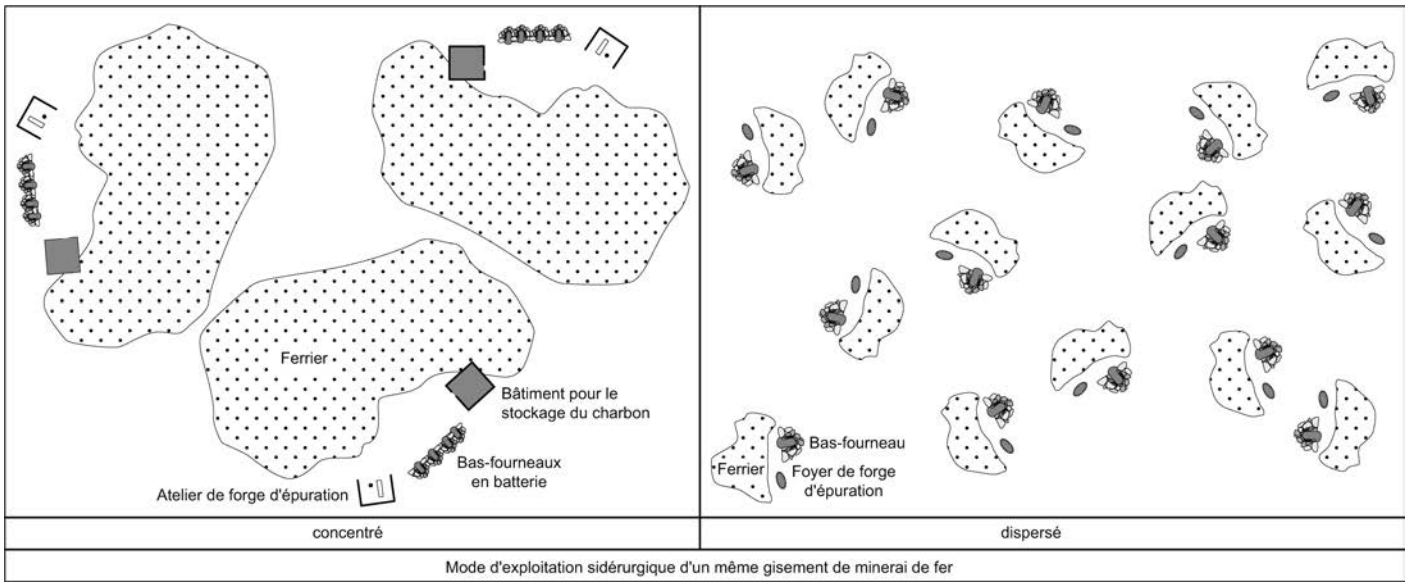

Fig. 5 – *Représentation schématique des modes d'exploitation d'un même gisement de minerai de fer dans la filière de la métallurgie ancienne du fer dite directe : entre modèle de production dispersé et concentré (DAO : G. Pagès, CNRS).*

connues, occupent également ce massif de l'Aude dans un rayon n'excédant pas une dizaine de kilomètres : Montrouch au Martys, Laprade-Basse, Co d'Espérou à Saint-Denis, Carreleit à Fontier et Camp Naout à Saint-Denis (Sablayrolles, 1989b, p. 74-76 et p. 79-82 ; Domergue dir., 1993 ; Decombeix *et al.*, 1998 et 2000 ; Domergue, 2001 ; Marty, Maraval, 2003). Dans le Canigou et les Corbières aussi, ce genre d'exploitation concentrée a été repérée comme à Baillestavy (Pyrénées-Orientales) (Mut, 2001 ; Munteanu, 2007 et 2010). Ce phénomène de concentration se trouve également dans les zones sidérurgiques septentrionales comme sur les sites des Clérimois (Yonne) ou des Ferrys à La Bussière (Loiret) entre le Ier s. av. J.-C. et le Ier s. apr. J.-C., et même dans des exploitations plus modestes comme dans le Bas-Maine (Dunikowski, Cabboï, 1995 ; Rebiscoul, 2003 ; Sarreste, 2011). La principale caractéristique des exploitations concentrées est qu'elles sont structurées autour de batteries de bas fourneaux qui permettent une utilisation continue et multiple des aménagements de réduction dans un lieu donné (fig. 5). Ainsi, selon les estimations réalisées à partir des ferriers de la vallée de la Dure, au moins 80 000 t de fer ont ici été produites durant le Haut-Empire (Decombeix *et al.*, 1998). Avec des aménagements métallurgiques lourds et des infrastructures annexes nécessaires au transport des matières et au logement d'une main-d'œuvre nombreuse, ces exploitations concentrées ont vocation à être pérennes et fonctionnent pendant plusieurs siècles, en étant au plus très légèrement déplacées de quelques centaines de mètres, comme dans la vallée de la Dure durant tout le Haut-Empire. Cette forme d'activité sous-entend également l'existence d'une autorité de contrôle qui, selon l'archéologie comme l'épigraphie, paraît proche de Rome en Narbonnaise (Sablayrolles, 1989a et 1989b).

Ainsi, une des spécificités de la Gaule du Sud est qu'elle semble n'avoir accueilli des activités de production du fer qu'à partir du IIe s. av. J.-C., et que, au moins à partir du milieu du Ier s. av. J.-C., ces exploitations paraissent avoir été contrôlées directement ou indirectement par Rome. Le type de technologie employée dans les bas fourneaux – à scories écoulées –, la conquête dès la seconde moitié du IIe s. av. J.-C. par les Romains des territoires où se trouvent les gisements ferreux exploités et la fondation de Narbonne dès 118 av. J.-C. sur le littoral adjacent pourraient peut-être faire remonter cette influence romaine dès le début du IIe s. av. J.-C. (Domergue, 2007 ; Sanchez *et al.*, 2012).

D'après les découvertes archéologiques, la production de fer, c'est-à-dire la réduction du minerai, apparaîtrait dans la Gaule méditerranéenne probablement sous l'impulsion romaine, voire sous son contrôle, dans le cadre d'un processus plus large de multiplication et d'intensification des productions sidérurgiques en Gaule (Domergue *et al.*, 2006). Ce phénomène succède un siècle plus tard à l'amplification et à la généralisation du travail du fer dans les mondes classique et indigène de Méditerranée nord-occidentale. Dans le Midi de la France, il semble donc que le développement de la réduction du minerai n'ait pas de rapport avec l'utilisation – dont le forgeage – généralisée et banalisée du matériau ferreux. En revanche, la prolifération des lieux de réduction du minerai de fer dans des espaces jusqu'alors non exploités de Narbonnaise pourrait trouver son fondement dans la demande croissante du matériau fer en Méditerranée occidentale et en Gaule.

LE COMMERCE DU FER EN GAULE DU SUD

LES SPHÈRES DE DIFFUSION SEPTENTRIONALE GAULOISES

Si le travail du fer en Gaule méditerranéenne débute au VIe s. et se généralise à partir du IIIe s. av. J.-C., et si la production du fer apparaît au IIe s. av. J.-C. probablement sous l'impulsion d'une influence romaine, il existait nécessairement une circulation et une importation du matériau ferreux sous une forme semi-finie (demi-produit) destinées à approvisionner les forges du Sud de la Gaule durant la Protohistoire.

Tabl. I – *Inventaire des demi-produits protohistoriques découverts dans le Sud de la France : L, longueur ; l, largeur ; e, épaisseur ; m, masse ;* CBL, currency bar with a large rolled extremity.

Site	Contexte	Nos	Datation (av. J.-C.)	Morpologie	Typologie (Crew, 1994 ; Berranger, Fluzin, 2011)		L	l	e	m	Source
							mm			g	
Auzet (Alpes-de-Haute-Provence)	dépôt		milieu VIe-fin VIe s.		*quadrangular with thin extremity*		137	17	17	155	Beylier dir., 2012
Oppidum de Peyriac-de-Mer (Aude)	habitat 28		fin IVe-milieu IIIe s.	crochet	*hooked-billet*		163	78	45	1850	Solier, Fabre, 1966
Oppidum de Mailhac (Aude)	habitat Cayla III	1	475-320	crochet	*hooked-billet*		180	52	30	1420	Taffanel, 2000
		2					190	58	30	795	
		3					170	52	23	1700	
	forge Cayla IV	27	320-75	barre à extrémité roulée	*currency bar*	ind.	entre 150 et 300	entre 28 et 30	entre 12 et 15		Taffanel, Taffanel, 1967 ; Taffanel, 2000
		49									
		50									
		56									
		64									
		78									
		82									
		84									
Montan (Tarn)	dépôt	1	125-75			CBL5	850	28	17	2145	Martin, Ruffat, 1998
		2				CBL5	850	29	17	2115	
		3				CBL5	800	32	13	1600	
		4				CBL5	775	34	12	1660	
		5				CBL5	755	40	14	1670	
		6				CBL5	705	35	12	1535	
		7				CBL5	750	31	11	1550	
		8				CBL5	760	28	12	1165	
Las Peiras (Rabastens, Tarn)			IIe s.			CBL5	539	28	12	925	
La Tête de l'Ost (Mimet, Bouches-du-Rhône)	forge		150-123	masse de fer brute légèrement compactée	*raw product* (*bloom*)		151	131	85	3855	Berranger, Fluzin, 2007 ; Berranger, 2009
Entremont (Aix-en-Provence, Bouches-du-Rhône)	forge	1966-9 n° 1	130-90				306	135	98	7375	
		1988-9-68 n° 19					272	131	107	6165	

Contrairement à la Gaule interne, les découvertes de demi-produits protohistoriques sont exceptionnelles en Gaule méditerranéenne, peut-être à cause de la rareté des dépôts métalliques ferreux (Berranger, 2006 ; Berranger, Fluzin, 2011). En effet, seuls deux dépôts composés principalement de demi-produits sont identifiés au sud du Massif central, mais ils restent à la limite extérieure de la Transalpine et de la Narbonnaise (tabl. I) ; ils se trouvent dans la moyenne vallée du Tarn, à Rabastens et à Montans (Tarn). Si le contexte du premier est mal documenté, le second est daté entre 125 et 75 av. J.-C. (Doswald, 1994, p. 341 ; Martin, Ruffat, 1998). En plus, une troisième découverte d'un probable demi-produit en dépôt a été réalisée dans les Alpes méridionales, à Auzet (Alpes-de-Haute-Provence). Il s'agirait d'un unique demi-produit découvert dans un lot d'armes de la seconde moitié du VIe s. av. J.-C., apparemment déposé pour symboliser une frontière dans une zone de passage (Beylier, 2008 et 2012, p. 161 ; Dedet, Marchand, 2009, p. 14-15 et p. 23-26).

Les demi-produits ferreux protohistoriques en contexte d'habitat sont également rares, bien que de très nombreuses occupations gauloises aient été fouillées en France méditerranéenne (tabl. I). Ils proviennent tous de la basse plaine de l'Aude (Aude) : trois demi-produits ont été mis au jour dans les niveaux Cayla III (475-320 environ) de l'*oppidum* de Mailhac

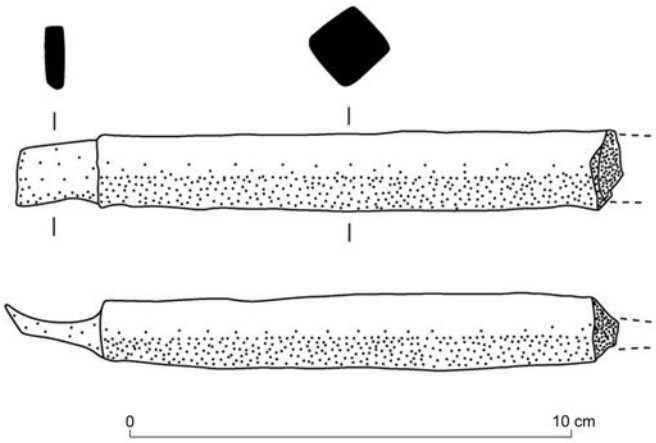

Fig. 6 – *Petite barre ferreuse en forme de demi-produit de type « barre avec extrémité effilée » découverte à Auzet (Alpes-de-Haute-Provence) dans un contexte de la seconde moitié du* VIe *s. av. J.-C. (d'après Beylier dir., 2012, fig. 142n, n° 17).*

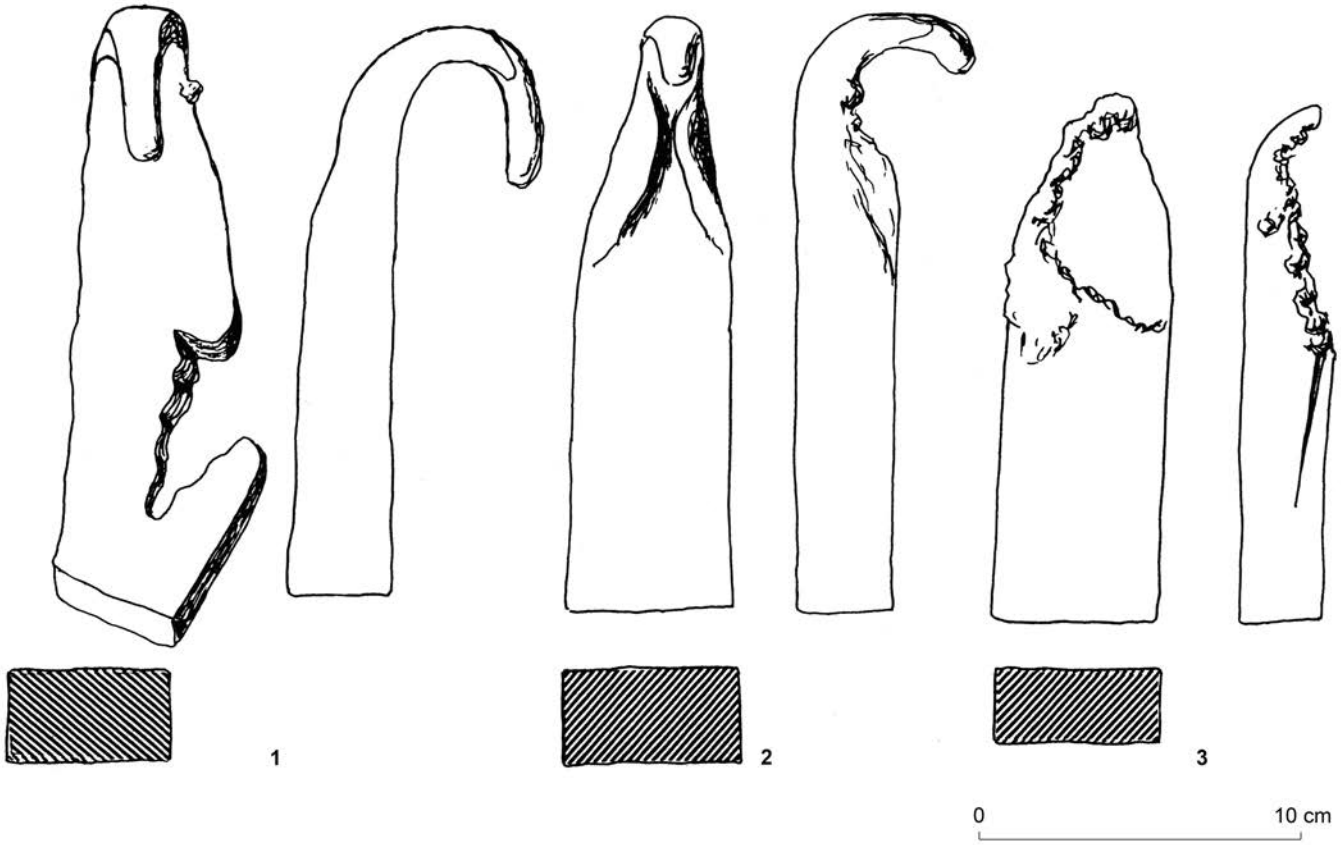

Fig. 7 – *Trois* hooked billets *ou demi-produits en forme de crochet découverts dans les niveaux du Cayla III (475-320 environ) de l'*oppidum *de Mailhac dans l'Aude (d'après Taffanel, 2000, fig. 2). Les chiffres renvoient au tableau I.*

(Aude), huit dans un contexte de forge Cayla IV (320-75 environ), toujours sur l'*oppidum* de Mailhac, et un dernier dans l'habitation 28 de l'*oppidum* du Moulin à Peyriac-de-Mer (Aude), incendiée dans la première moitié du IIIe s. av. J.-C. (Solier, Fabre, 1966, p. 119-120 ; Taffanel, Taffanel, 1967, p. 7 et p. 9 ; Taffanel, 2000). À ce corpus peuvent être ajoutées des masses de fer brutes légèrement compactées, découvertes dans les forges de deux *oppida* du delta du Rhône datées entre la seconde moitié du IIe s. et le tout début du Ier s. av. J.-C. : Entremont à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) et la Tête de l'Ost à Mimet (Bouches-du-Rhône) (Berranger, Fluzin, 2007).

D'un point de vue typologique, le demi-produit d'Auzet dans les Alpes méridionales se rapproche du type « barre avec extrémité effilée » (fig. 6). Ceux situés dans le Sud-Ouest, entre le Tarn et l'Aude, se rapportent à deux autres types différents. Les uns, datés entre le Ve s. et le IIIe s. av. J.-C., sont du type « crochet » (fig. 7). Au nombre de quatre, ils se retrouvent uniquement en contexte d'habitat. Les autres, datés entre la fin du IVe s. et le Ier s. av. J.-C., sont de type « barre à extrémité roulée » (fig. 8). Au nombre de dix-sept, ils se situent autant dans des contextes artisanaux d'habitat que dans des dépôts. Quant aux masses brutes légèrement compactées des Bouches-du-Rhône,

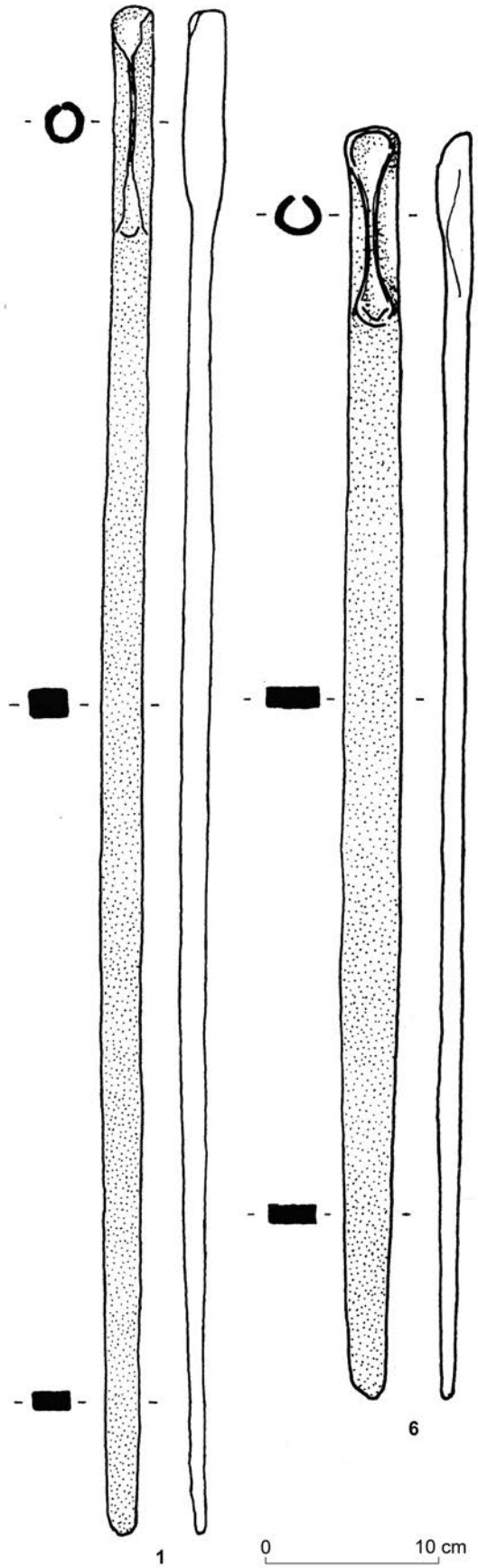

Fig. 8 – *Deux demi-produits ferreux en forme de « barre à extrémité roulée » de type* « currency bar with a large rolled extremity » *(type CBL5) découverts à Montan (Tarn) dans un dépôt daté de 125-75 av. J.-C. (d'après Martin, Ruffat, 1998, fig. 2). Les chiffres renvoient au tableau I.*

elles appartiennent à une forme de matériau ferreux semi-finie sans standardisation morphologique, découverte en contexte de forge entre le milieu du IIe s. et le début du Ier s. av. J.-C. (tabl. I).

Des correspondances typologiques existent pour les trois morphologies standardisées observées (tabl. I). Le demi-produit d'Auzet dans les Alpes méridionales se rapproche du type « *with thin extremity* », un type ubiquiste de l'âge du Fer (fig. 6). Le type « crochet » est autrement appelé « *hooked billet* » suite aux découvertes anglo-saxonnes d'une quinzaine d'exemplaires et à leur caractérisation par Peter Crew (Crew, 1994 ; Berranger, 2009, p. 160) (fig. 7). Ils concernent tout l'âge du Fer et se trouvent essentiellement dans le Sud de l'Angleterre ; ils restent très rares en Gaule, puisque les deux seules découvertes se situent à Bibracte (Glux-en-Glenne) et en Normandie (Berranger, 2009, p. 89) (fig. 6). Les « barres à extrémité roulée » se rapprochent directement du type généraliste « *currency bar* » dont le cœur de la sphère de diffusion s'étend du Sud de l'Angleterre au Nord-Est de la France et à la partie occidentale de l'Allemagne entre le IIIe s. et le Ier s. av. J.-C. (Berranger, Fluzin, 2011, p. 682). La moitié la mieux conservée des « barres à extrémité roulée » sont du sous-type « *currency bar with a large rolled extremity* » (type CBL5) selon la typologie de Peter Crew réactualisée par Marion Berranger (Crew, 1994 ; Berranger, Fluzin, 2011, p. 671 et p. 682). Comme le « *hooked billet* », ce sous-type se retrouve uniquement dans le Sud de l'Angleterre et dans les deux tiers occidentaux de la Gaule, dans une zone qui constitue la frange occidentale de l'aire de diffusion des demi-produits ferreux de tradition protohistorique.

Plusieurs informations se dégagent de ces correspondances typochronologiques : entre le Ve s. et le début du Ier s. av. J.-C., le commerce du fer en Gaule du Sud semble s'inscrire dans des réseaux de diffusion et de production du fer qui appartiennent à la sphère protohistorique de la Gaule septentrionale et du Sud de l'Angleterre. Cependant, le Sud de la France n'est pas une entité homogène. Le bassin de l'Aude, le delta du Rhône et le massif des Alpes semblent être soumis à des flux distincts qui découlent des contraintes naturelles. Ceux-ci semblent se calquer sur des voies de communication et des réseaux de diffusion utilisés durant la Protohistoire ancienne, notamment dans le commerce de l'étain (Gaudron, Soutou, 1961 ; Muhly, 1985 ; De Soto, Milcent, 2000 ; Mairecolas, Pailler, 2010 ; Meharg *et al.*, 2012). Ainsi, les demi-produits en fer du Sud-Ouest de la France durant la Protohistoire trouvent de nombreux points de comparaison avec le Sud de l'Angleterre et la partie occidentale de l'Europe celtique où sont diffusés les « *hooked billets* » et les « *currency bar with a large rolled extremity* ». Aucune découverte antérieure au IIe s. av. J.-C. ne permet de se prononcer pour le delta du Rhône. En revanche, entre la seconde moitié du IIe s. et le début du Ier s. av. J.-C., la présence de masses de fer pratiquement brutes tendrait à signaler l'existence de sites de réduction proches des Bouches-du-Rhône, dans une zone qui n'est alors pas encore sous domination romaine. Est-ce à dire qu'au moment où la production du fer se développe entre le Canigou et la Montagne Noire, sous l'impulsion probablement romaine, une production ferreuse gauloise voit le jour dans le Sud de la Gaule ? Le débat reste à trancher à partir de l'évaluation précise – dont la datation – des découvertes existantes en Provence et Languedoc oriental (voir *supra*, p. 51).

Typologie					Métallographie		
Code	Illustration 0 — 40 cm	Section l x e (cm)	Longueur (cm)	Masse (kg)	Nombre masse primaire	Alliage ferreux majoritaire	Qualité compactage
1M		4 (+/- 1,1) x 2 (+/- 0,5)	54 à 61	2,5 à 4	1	acier	élevée
1L			75 à 140	8 à 11	2 à 3	acier	élevée
2M		3,5 (+/- 0,5) x 2,5 (+/- 0,5)	40 à 71	1,5 à 5	1	ferrite (fer doux)	moyenne
3C		4 (+/- 0,5) x 3,5 (+/- 0,5)	30 à 38	1,5 à 4,5	1	ferrite (fer doux)	moyenne
4C		6 (+/- 1,5) x 5 (+/- 1,5)	20 à 30	2 à 7	1	hétérogène	faible
4L			76 à 191	22 à 33	3 à 5	fer phosphoreux	moyenne
5C		5 (+/- 0,5) x 3,5 (+/- 0,5)	26 à 31	3	1	hétérogène	faible
6C		10 (+/- 0,5) x 3,7 (+/- 0,7)	27 à 33	4 à 8	1	ferrite (fer doux)	élevée

Fig. 9 – *Standard des demi-produits romains des Saintes-Maries-de-la-Mer : synthèse des corrélations entre les types morphologiques et le matériau ferreux les constituant (d'après Long, 1997 ; Long et al., 2002 ; Long, Illouz, 2003 ; clichés et DAO : G. Pagès, CNRS).*

LE GRAND COMMERCE MÉDITERRANÉEN ANTIQUE

Le commerce du fer attribué au monde classique en Méditerranée nord-occidentale est particulièrement bien documenté par les fouilles archéologiques subaquatiques de Luc Long sur les centaines de tonnes de barres de fer conservées dans les épaves échouées à proximité des côtes méditerranéennes. La richesse de ces découvertes lui a d'ailleurs permis de créer la typologie dite des Saintes-Maries-de-la-Mer (le site éponyme le plus remarquable regroupant onze épaves chargées de fer, voir *infra*, p. 57) qui comprend 8 types en forme de barreau et de barre (Long *et al.*, 2002 et 2005) (fig. 9 et tabl. II). Suite à l'analyse métallographique de 49 de ces barres – visant à déterminer notamment la qualité de l'alliage ferreux (Fluzin *et al.*, 2000 et 2004) –, il est apparu que la signification de cette standardisation réside dans le fait que chaque forme de demi-produit renferme une qualité de métal particulière (Pagès *et al.*, 2008 ; Pagès, Dillmann *et al.*, 2011 ; Pagès, Fluzin *et al.*, 2011). Ainsi, chaque type morphologique est composé d'un alliage fer-carbone-phosphore particulier pour lequel ont été réalisées des opérations métallurgiques spécifiques d'épuration et de compactage. La normalisation des barres a donc pour dessein de permettre la reconnaissance des qualités du métal à travers une observation visuelle dans

le cadre de leur acquisition et/ou de leur emploi comme matière semi-finie (fig. 9).

Les plus anciens demi-produits associés à la typologie romaine des Saintes-Maries-de-la-Mer remontent à la fin du IIe s. av. J.-C., mais leur découverte reste plutôt rare jusqu'à la seconde moitié du Ier s. av. J.-C. Ils se retrouvent sur la côte provençale du Var actuel, entre Hyères et Saint-Raphaël, dans quatre épaves véhiculant des chargements ferreux de 1 à 10 t associés à une cargaison variée, composée entre autres d'amphores, de résine de pin, de meules… (Tchernia, 1969 ; Fiori, 1973 ; Long, 1985 ; Joncheray, 1994 ; Pagès, 2010a, p. 199-237) (fig. 10, nos 3-6 et tabl. II). Aucun sens de circulation ne peut être attribué à l'épave du Cap Gros qui contenait uniquement des barres du type 2M (Fiori, 1973). En revanche, deux des quatre navires, *Bagaud 2* et *Cap des Mèdes*, circulaient d'ouest en est et possédaient également un chargement de lingots d'étain provenant, pour le premier de la péninsule Ibérique et, pour le second d'Hispanie ou de Gaule. Cela amène à penser que les barres de types 4C et 2M qu'ils transportaient pouvaient provenir d'exploitations sidérurgiques celtibères reconnues pour cette époque notamment dans la Sierra Menera – et peut-être aussi des exploitations dispersées identifiées entre le Canigou et la Montagne Noire (Tchernia, 1969 ; Long, 1985 ; Decombeix *et al.*, 2000 ; Mut, Kotarba, 2007 ; Polo Cutando, Villagordo Ros, 2007 ; Pagès, 2010a, p. 199-237). Cette hypothèse est étayée par des découvertes de barres de types 4C et 2M au sein des épaves ou des zones portuaires des IIe-Ier s. av. J.-C. de la côte orientale hispanique à proximité de la Sierra Menera, à Les Sorres (Llobregat) en Catalogne et à Ben Aféli (Almassara) dans la région de Valence (Ramos *et al.*, 1984 ; Izquierdo i Tugas, 1987 et 1992) (fig. 10, nos 1-2 et tabl. II). Cette exportation de fer depuis l'Espagne est aussi illustrée par les épaves découvertes en Corse et en Sardaigne, en majorité datées du Ier s. av. J.-C. et en provenance de Bétique pour le *Latium* : Bonifacio (Corse-du-Sud), Capo Testa (Sassari, Sardaigne) et Bellavista (Arbatax, Sardaigne) (Gandolfi, 1985 ; Zwicker, 1996 ; Mastino, Ruggeri, 2000, p. 153 et p. 168) (fig. 10, nos 7-9 et tabl. II). En revanche, la circulation du fer en sens opposé, d'est en ouest, n'est représentée que par l'épave varoise *Dramont C* qui transportait uniquement des barres de type 1L (Joncheray, 1994). Pourtant, entre le IIe et le Ier s. av. J.-C., ce sens de circulation est fréquemment utilisé et massivement représenté sur la côte provençale par de très nombreux vaisseaux échoués chargés de vin d'Italie méridionale en amphores (Lequément, Liou, 1975). Doit-on alors considérer que, dans le monde classique de la Méditerranée nord-occidentale, entre le IIe et le Ier s. av. J.-C., le transport du matériau ferreux se fait principalement d'ouest en est depuis l'Hispanie vers l'Italie sous la forme des types 4C et 2M, alors que la circulation d'est en ouest reste minoritaire et ne concerne que quelques rares types particuliers comme le 1L, un type à haute valeur ajoutée de plus de 1 m correctement compacté et composé de deux masses de fer brutes primaires (Pagès *et al.*, 2008 ; Pagès, Dillmann *et al.*, 2011 ; Pagès, Fluzin *et al.*, 2011) ? Le commerce du fer entre le IIe et le Ier s. av. J.-C. connaît des mutations intenses et relève de l'imbrication de flux de diffusion croisés qui découlent de la multiplication des sites de production ferreux indigènes et classiques entre l'île d'Elbe, l'Hispanie et la Gaule, alors que le matériau fer devient en consommation courante et que l'hégémonie de la domination romaine sur le commerce maritime de la Méditerranée occidentale se met en place (Domergue *et al.*, 2006 ; Polo Cutando, Villagordo Ros, 2007 ; Corretti, Benvenuti, 2011). Ce qui apparaît au moins vraisemblable est que la péninsule Ibérique est aux IIe et Ier s av. J.-C. une zone majeure de production et d'importation du fer pour Rome, comme elle l'a été pour les Phéniciens et les Carthaginois pour les métaux coulés depuis le début du Ier millénaire av. J.-C. (Domergue, 1990). De plus, l'absence de demi-produit associé à la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer en Gaule aux IIe et Ier s. av. J.-C. tend à confirmer que les chargements de fer retrouvés dans les navires de la côte varoise sont davantage liés à un commerce entre l'Espagne et l'Italie qu'à un approvisionnement de la Gaule qui est alors encore largement dans la sphère de diffusion des productions septentrionales gauloises (voir *supra*, p. 55).

La très grande majorité des demi-produits ferreux attribués au monde classique de la Méditerranée nord-occidentale est datée entre la seconde moitié du Ier s. av. J.-C. et le Ier s. apr. J.-C. (fig. 10, nos 1, 3-6, 8-15, 17-19, 27, 29-31, 35 et tabl. II). Durant cet intervalle, tous les types sont représentés. Ils proviennent principalement de onze navires échoués au large de la ville actuelle des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône). Leur échouement très circonscrit résulte du fait qu'ils cherchaient à remonter un des anciens bras du Rhône, le Rhône Saint-Ferréol, ou à transborder leur cargaison sur des navires adaptés à la navigation fluviale pour atteindre notamment Arles où un demi-produit de type 1M a été mis au jour (Long *et al.*, 2002 ; Pagès *et al.*, 2008). Ici, les chargements sont majoritairement ferreux et, par conséquent, massifs : entre 20 et plus de 100 t de barres de fer par vaisseaux (fig. 10, nos 10-20 et tabl. II). D'autres épaves ou demi-produits isolés ont été mis au jour entre Narbonne et l'embouchure du Rhône, le long de la côte languedocienne : *Mateille A* à Gruissan (Aude), *Aresquier 5* à Frontignan (Hérault) et deux à Palavas-les-Flots (Hérault) (Solier, 1970 ; Maréchal, 1998 ; Rauzier, 2005 ; Jézégou dir., 2009) (fig. 10, nos 23-26 et tabl. II). Leur datation est imprécise, mais leur localisation géographique concourt à les associer au corpus des Saintes-Maries-de-la-Mer. Ils jalonneraient le trajet depuis Narbonne d'où seraient redistribuées les productions ferreuses des centres sidérurgiques du Canigou (Pyrénées-Orientales), des Corbières (Aude) et de la Montagne Noire (Aude), comme le laissent sous-entendre les données archéologiques et archéométriques (Coustures *et al.*, 2003 et 2006 ; Pagès *et al.*, 2008 ; Pagès, Dillmann *et al.*, 2011). Quant à l'épave *Saint-Gervais I* chargée de barres de type 2M, elle atteste peut-être de l'existence d'un axe fluvial alternatif au Rhône Saint-Ferréol, employé peut-être plus tardivement au IIe s. depuis une autre branche du fleuve à proximité du port de Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône) (Monguilan, 1987) (fig. 10, no 22 et tabl. II). Depuis Narbonne, toutes les barres n'étaient cependant pas exportées vers la Gaule. D'autres débouchés existaient comme en témoigne notamment l'épave *Port Vendres III* au milieu du IIe s. apr. J.-C., chargée de vin et de barres de type 1M ou 1L destinés à la Tarraconaise (Colls *et al.*, 1988).

En Gaule, où les navires des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône) cherchaient à se rendre, les demi-produits associés à la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer se retrouvent durant tout le Haut-Empire (fig. 10, nos 3-6, 10-27, 31-34 et tabl. II). On citera à ce titre le célèbre exemple

Tabl. II – *Inventaire des demi-produits romains associés à la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer découverts en Méditerranée et en Europe occidentale : découvertes subaquatiques et sous-marines.*

Nos	Zone géographique	Commune	Lieu-dit	Datation	Sens de circulation	Quantité	Typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer								Bibliographie
							1M	1L	2M	3C	4C	4L	5C	6C	
1	Côte espagnole orientale	Llobregat	Les Sorres	II-Ier s. av.	?	3 barres			x						Izquierdo, 1987; Izquierdo *et al.*, 1992
2		Almassara	Ben-Afeli	antique	?	10 barres			x		x				Ramos *et al.*, 1984
3	Côte varoise	Antibes	Cap Gros	150 av.-0	?	≈ 1 t.			x						Fiori, 1973
4		Hyères	*Bagaud 2*	120-80 av.	d'Espagne	10/12 t.			x		x				Long, 1985 et 1987
5		Hyères	*Cap des Mèdes*	Ier s. av.	ouest-est	≈ 1 t.			x		x				Tchernia, 1969
6		Saint-Raphaël	*Dramont C*	120-80 av.	est-ouest	≈ 1 t.		x							Joncheray, 1994
7	Corse	Bonifacio		antique	?	?					x			x	Zwicker, 1996
8	Sardaigne	Arbatax	Bellavista	Ier s. apr.	de Betique	≈ 0,2 t.					x				Mastino, Ruggeri, 2000
9		Sassari	Capo Testa	75-25 av.	de Betique	?	?	?	?		?				Gandolfi, 1985
10	Delta du Rhône	Saintes-Maries-de-la-Mer	SM2	0-25 apr.	vers le Rhône	100 / 150 t.		x			x				Long, 1997 ; Long *et al.*, 2002 ; Long, Illouze, 2003
11		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM3	0-60 apr.	vers le Rhône	20 / 50 t.	x								
12		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM6	50-0 av.	vers le Rhône	20 t.			x	x	x		x	x	
13		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM8	0-50 apr.	vers le Rhône	20 t.			x	x					
14		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM9	25-50 apr.	vers le Rhône	100 / 150 t.	x	x	x		x				
15		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM10	0-100 apr.	vers le Rhône	20 t.	x				x				
16		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM11	antique	vers le Rhône	?	?	?	?		?				
17		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM23	50 av.-100 apr.	vers le Rhône	20 t.			x						
18		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM24	120 av.-75 apr.	vers le Rhône	5 t.		x			x	x			
19		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM25	100 av.-100 apr.	vers le Rhône	100 t.			x						
20		Saintes-Maries-de-la-Mer	SM27	antique	vers le Rhône	?	?	?	?		?				
21		Arles	Port Trinquetaille	antique	?	1 barre	x								Pagès, 2010a
22		Fos-sur-Mer	*Saint-Gervais I*	140 apr.	?	≈ 1 t.			x						Monguilan, 1987
23	Languedoc-Roussillon	Palavas-les-Flots		antique	?	1 barre		x							Maréchal, 1998
24		Palavas-les-Flots		antique	?	1 barre		x							Rauzier, 2005
25		Frontignan	Aresquier 5	antique	?	≈ 400 barres		?				?			Jézégou dir., 2009
26		Gruissan	Mateille A	antique	?	10 barres						x		x	Solier, 1970
27		Port-Vendres	*Port Vendres III*	milieu IIe s. apr.	de Narbonne vers la Tarraconaise	10 / 100 barres	?	?							Colls *et al.*, 1988 ; renseignements M.-P. Jézégou
28	Italie	Giglio Porto (île de Giglio)		200-225 apr.	?	?	?	?	?		?				Parker, 1992 ; Feugère, Serneels, 1998
29		Tarquinia	Gravisca	Ier s. apr.	?	?			x						Parker, 1992 ; Feugère, Serneels, 1998
30	Sicile	Syracuse	*Plemmirio*	200 apr.	De *Sullecthum* (Tunisie) vers Rome	≈ 1 t.		?	?						Taylor *et al.*, 1997 ; Gibbins, Parker, 1986 ; Gibbins, 2001

Tabl. II (suite) – *Inventaire des demi-produits romains associés à la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer découverts en Méditerranée et en Europe occidentale : découvertes terrestres.*

Nos	Zone géographique	Commune	Lieu-dit	Datation	Contexte de découverte	Quantité	Typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer						Bibliographie
							1M	1L	2M	3C	4C	4L	5C	6C	
31	France	Lunel-Viel	Forge maison A	IIe s. apr.	forge d'habitat rural	1 barre			x						Pagès, 2010a
32		Vichy	Garage Palace	IIIe s. apr.	cave d'habitat urbain	1 barre			x						Pagès, 2010b
33		Rumilly		?		1 barre					x				renseignement J.-F. Morand
34		Matignicourt-Goncourt	Bas du chemin de Matignicourt	fin IVe-début Ve s. apr.	puit d'habitat rural	1 barre					x				fouille Inrap, A. Burgevin (dir.)
35	Suisse	Augst		Ier s. apr.	stèle funéraire	49 barres		?				?			Musée Romain d'Augst, inv. 1894.477
36	Hongrie	Kapospula	Heténypuszta	antique	*vicus*	4 barres					x				Gömöri, 1988
37	Tunisie	Sousse		IIIe s. apr.	mosaïque d'une tombe			?	?			?			Fantar dir., 1994 ; Feugère, Serneels, 1998

de la stèle du marchand de fer romain d'Augst (Suisse) datée du Ier s. apr. J.-C. sur laquelle est représenté un empilement de demi-produits apparentés aux types 1L, 2M ou 4L à côté de « lingots » bipyramidés de tradition protohistorique (Musée romain d'Augst, inv. no 1894.477). Des découvertes archéologiques récentes permettent également de soutenir cette hypothèse. Dans la forge de l'agglomération de Lunel-Viel (Hérault) au milieu du IIe s. apr. J.-C., un demi-produit de type 2M était en cours de débitage (Pagès, 2010a, p. 77-88) (fig. 10, no 31 et tabl. II). Une autre barre de fer de type 2M a été mise au jour dans la cave d'un bâtiment de Vichy antique, abandonnée au début du IIIe s. apr. J.-C. (Pagès, 2010b). De probables barres de type 4C ont également été découvertes en Haute-Savoie à proximité d'un cours d'eau sur la commune de Rumilly [2] et dans les niveaux de la fin du IVe s.-début du Ve s. apr. J.-C. d'un puits d'un habitat rural à Matignicourt dans la Marne [3] (fig. 10, nos 33-34 et tabl. II). Des analyses sur les crampons en fer utilisés pour solidariser les assises en grand appareil comme dans les ponts romains de la Saône permettraient également de déterminer si ces barres ferreuses légèrement retravaillées appartiennent au type 2M pour toujours mieux cerner l'aire de diffusion de la standardisation des Saintes-Maries-de-la-Mer et les destinations fonctionnelles associées à chaque type (Bonnamour, 2000a ; Bonnamour dir., 2000b ; Loiseau, 2009, p. 381-387). Cette problématique est particulièrement déterminante puisque ces barres de fer ne se retrouvent pas qu'en Gaule durant le Haut-Empire. Quatre exemplaires du type 4C ont été découverts en Pannonie dans un *vicus* antique à proximité du camp romain de *Hetenypuszta* en Hongrie (Gömöri, 1988, p. 104-105) (fig. 10, no 36 et tabl. II). D'autres de types 1L et/ou 2M, provenant probablement de Tunisie actuelle, composent une partie du chargement de l'épave de *Plemmirio* près de Syracuse (Sicile) qui se rendait aux alentours de 200 apr. J.-C. vers Rome depuis *Sullecthum* (Tunisie) (fig. 10, no 30 et tabl. II). D'ailleurs, le déchargement d'un navire et la pesée de barres conformes aux types 2M, 1L et 4L, représentés sur une mosaïque d'une tombe à chambre datée de la première moitié du IIe s. près de Sousse (Tunisie), confirme la présence de demi-produits associés à la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer jusque sur la rive méridionale de la Méditerranée occidentale (Fantar dir., 1994, p. 121 ; Feugère, Serneels, 1998, p. 257-258) (fig. 10, no 30 et tabl. II). Vu le trajet de l'épave *Plemmirio*, ne faut-il alors pas voir dans cette mosaïque un chargement plutôt qu'un déchargement ? D'autant que des exploitations de minerais de fer antiques semblent exister en Tunisie (Gsell, 1928, p. 11-12 et p. 16 ; Longerstay, 1990, p. 123) ?

D'après l'analyse de la composition chimique des inclusions de scories primaires piégées dans les barres de fer – provenant de la réduction du minerai – des navires des Saintes-Maries-de-la-Mer, ces demi-produits n'ont pas été forgés sur le lieu de réduction du minerai de fer, mais dans des fabriques indépendantes et spécialisées implantées entre Narbonne, le port de redistribution, et les zones de production du fer établies dans le Canigou, les Corbières et la Montagne Noire (Pagès *et al.*,

2. Communication orale de l'inventeur Jean-François Morand.

3. Fouille Inrap de « Bas du chemin de Matignicourt » dirigée par Alexandre Burgevin.

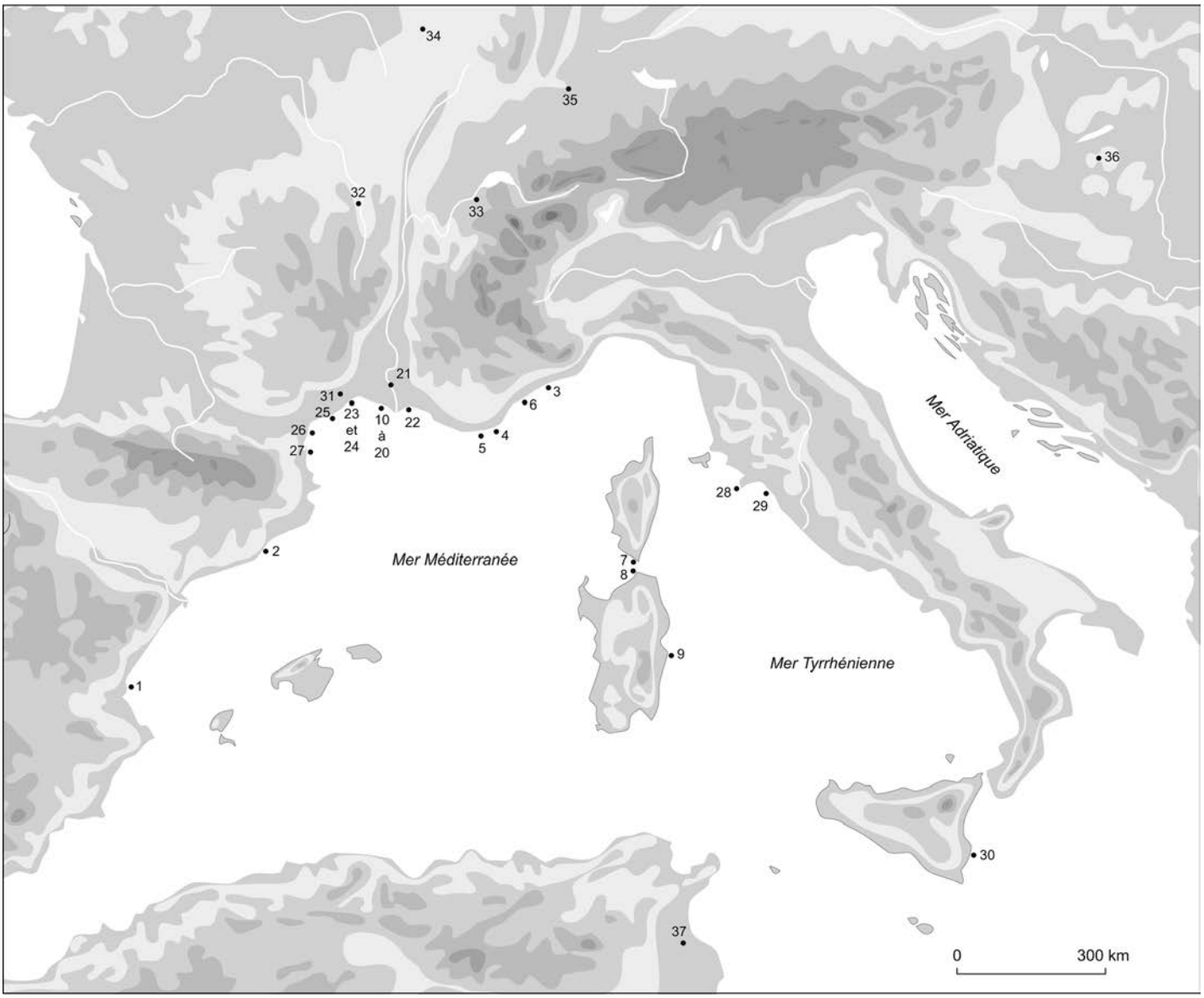

Fig. 10 – *Carte de répartition des demi-produits romains associés à la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer découverts en Méditerranée et en Europe occidentale :* ***1****, Llobregat (Espagne) ;* ***2****, Almassara (Espagne) ;* ***3****, Antibes (Côte varoise) ;* ***4****,* ***5****, Hyères (Côte varoise) ;* ***6****, Saint-Raphaël (Côte varoise) ;* ***7****, Bonifacio (Corse) ;* ***8****, Artabax (Sardaigne) ;* ***9****, Sassari (Sardaigne) ;* ***10-20****, Saintes-Maries-de-la-Mer (Delta du Rhône) ;* ***21****, Arles (Delta du Rhône) ;* ***22****, Fos-sur-Mer (Delta du Rhône) ;* ***23****,* ***24****, Palavas-les-Flots (Languedoc-Roussillon) ;* ***25****, Frontignan (Languedoc-Roussillon) ;* ***26****, Gruissan (Languedoc-Roussillon) ;* ***27****, Port-Vendres (Languedoc-Roussillon) ;* ***28****, Giglio Porto (Italie) ;* ***29****, Tarquinia (Italie) ;* ***30****, Syracuse (Sicile) ;* ***31****, Lunel-Viel (Hérault, France) ;* ***32****, Vichy (Allier, France) ;* ***33****, Rumilly (Haute-Savoie, France) ;* ***34****, Matignicourt-Goncourt (Marne, France) ;* ***35****, Augst (Suisse) ;* ***36****, Kapospula (Hongrie) ;* ***37****, Sousse (Tunisie). Les chiffres renvoient au tableau II (fond de carte : © S. Bauvais ; DAO : G. Pagès, CNRS).*

2008 ; Pagès Dillmann *et al.*, 2011 ; Pagès, Fluzin *et al.*, 2011). Dans ces fabriques, des artisans compactent, épurent, mettent en forme et parfois assemblent les masses de fer brutes importées de divers sites de réduction suivant la standardisation des Saintes-Maries-de-la-Mer, voire peut-être des demandes. Or, le Sud-Ouest de la Gaule ne constitue pas le seul secteur sidérurgique romain dans l'Empire. De nombreuses exploitations, toutes aussi importantes, fonctionnent durant le Haut-Empire en Gaule septentrionale jusqu'à la Gaule Belgique (Tahon, 1886 ; Mahieu, 1895 ; De Laveleye, 1907 ; Cumont, 1914 ; Domergue *et al.*, 2006). Plus à l'est aussi, en Pannonie, Dalmatie et Norique, l'Empire romain prend le contrôle d'importantes mines de fer au début du IIIe siècle (Sablayrolles, 1989a, p. 157). Se pose en sus la question des exploitations nord-africaines (Gsell, 1928, p. 11-12 et 16). Aujourd'hui, on comprend alors qu'il devient difficile de définir la provenance des demi-produits romains par la seule typologie. Le recours à l'archéométrie est nécessaire pour comparer les particularités chimiques des différents espaces sidérurgiques romains aux caractères chimiques des inclusions de scorie primaire piégées dans les barres associées à la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer en s'appuyant sur une méthodologie et un protocole fondés (Desaulty *et al.*, 2009 ; Pagès *et al.*, 2011a ; Leroy *et al.*, 2012 ; Brauns *et al.*, 2013 ; Disser *et al.*, 2014). Ainsi, il sera possible de saisir les flux d'exportation entre les différentes provinces, voire même entre les différentes cités, pour mieux mesurer les stratégies d'exploitation des ressources naturelles et les réseaux de commercialisation mobilisés pour écouler les productions.

Ces nouvelles questions ne contredisent cependant pas le fait que Narbonne et son arrière-pays ont été un espace de production et de redistribution majeur pour le fer semi-fini durant tout le Haut-Empire. En effet, autant l'apparition des demi-produits de la typologie des Saintes-Maries-de-la-Mer semble corrélée à la colonisation romaine de la Méditerranée nord-occidentale et aux productions métallurgiques de Tarraconaise et, peut-être de Bétique, autant l'intensification du commerce de ces demi-produits sur les côtes de Méditerranée occidentale au cours du Ier s. apr. J.-C. découle vraisemblablement de l'accroissement sans précédent de l'exploitation du minerai de fer par les Romains entre le Canigou et la Montagne Noire.

*
* *

La métallurgie du fer en Gaule méditerranéenne se développe initialement dans la sphère gauloise suivant un rythme sensiblement identique à celui constaté en Méditerranée occidentale et en Gaule interne : si les premiers objets en fer apparaissent au VIIIe s. av. J.-C., le travail de ce métal progresse dès le VIe s. av. J.-C. et se développe massivement à partir du IIIe s. av. J.-C., un siècle avant que le fer ne se banalise dans la culture matérielle.

En l'état actuel des connaissances archéologiques, la spécificité de la métallurgie du fer protohistorique en Gaule méditerranéenne tient dans le fait que les activités de production du métal, c'est-à-dire de réduction directe du minerai en fer, y apparaissent inexistantes avant le IIe s. av. J.-C. Pour autant, l'approvisionnement en matériau ferreux jusqu'au Ier s. av. J.-C. ne dépend pas du monde classique méditerranéen, mais exclusivement de la Gaule interne. S'il y a une influence romaine à percevoir dans les débuts de la métallurgie du fer en Gaule du Sud, elle est donc tardive et réside moins dans l'apport d'une innovation technique que dans la mise en valeur et l'exploitation de gisements qui étaient apparemment délaissés. En effet, il paraît peu concevable que l'absence de production du fer chez les Gaulois du Midi découle de la stricte méconnaissance des techniques de réduction du minerai qui sont utilisées dès le premier âge du Fer dans le reste de la Gaule, notamment à proximité, sur les causses du Sud-Ouest et dans les Pyrénées-Atlantiques. L'absence de production de fer paraît davantage s'inscrire dans une stratégie économique. Le Sud de la Gaule est une interface commerciale entre le monde classique méditerranéen et le monde gaulois qui prospère dans le cadre d'activité d'échanges au moment où la métallurgie du fer fait son apparition. Ainsi, au lieu de produire du fer, les sociétés gauloises méditerranéennes ont, semble-t-il, préféré importer des matériaux ferreux de régions productrices septentrionales en utilisant des réseaux et des axes commerciaux déjà fortement usités, surtout depuis le début du Ier millénaire avec le commerce de l'étain à travers la Gaule. Il apparaît donc clairement que la basse vallée de l'Aude s'inscrit dans des réseaux de production du matériau ferreux qui se développent dans la moitié occidentale de la Gaule depuis le Sud-Ouest de l'Angleterre jusqu'au Sud-Ouest de la France.

L'influence romaine se perçoit brutalement à partir du IIe s. av. J.-C. avec l'installation de sites de réduction du minerai de fer dans les gisements ferreux de l'arrière-pays de Narbonne. Un siècle plus tard, le développement extraordinaire et pérenne de ces productions sidérurgiques apparaît comme une manifestation de la stratégie d'exploitation par Rome de la Gaule Transalpine, entre autres pour gérer ou contrôler l'exploitation des importantes ressources de son sous-sol (Sablayrolles, 2005, p. 419). L'arrivée et l'accroissement des activités de réduction du minerai en Gaule du Sud s'inscrivent donc dans la politique d'externalisation des exploitations métallurgiques romaines engagée depuis la conquête de l'Ibérie et renforcée par la fermeture des mines en Italie, sans doute vers le début du IIe s. av. J.-C., pour préserver les sources minières, éviter une pénurie de main-d'œuvre dans les *latifundia* italiens ou se défendre contre les dangers d'éventuels mouvements sociaux menés par les populations importantes travaillant dans ces exploitations (Gourdiole, Landes, 1998, p. 53 et p. 66). Ces productions gigantesques s'accompagnent d'un nouveau système de commerce normalisé en gros au détriment des négoces protohistoriques septentrionaux qui disparaissent de Méditerranée nord-occidentale dans la première moitié du Ier s. av. J.-C. Venant apparemment initialement d'Hispanie, cette nouvelle forme de standardisation semble avoir tendance à gagner le commerce et les centres de production de toute la Gaule et de la partie occidentale de l'Empire romain, bien qu'elle apparaisse de manière plus tardive et moins franche à la marge du pourtour méditerranéen, comme en Gaule septentrionale où les productions des traditions protohistoriques coexistent jusqu'au IIIe s. apr. J.-C. (Berranger, 2009, p. 157).

Concernant initialement la métallurgie des alliages cuivreux, la théorie de S. Needham pourrait alors être appliquée avec quelques adaptations aux débuts de la métallurgie du fer en Gaule du Sud (Rohl, Needham, 1998 ; Needham, 2001). En effet, selon son modèle, les dépôts métalliques seraient proportionnellement moins nombreux dans les régions dépendantes d'approvisionnements extérieurs en métal, à cause d'une utilisation et d'une réutilisation intensive du matériau destinées à contrecarrer la dépendance vis-à-vis des zones de production. Ceci serait le cas dans les sociétés gauloises du Midi du VIe s. au IIe-Ier s. av. J.-C. Toujours selon ce modèle, dans les régions productrices, les dépôts sont au contraire plus nombreux, puisque le matériau est plus commun, thésaurisé et fait l'objet d'un commerce intense. Cette configuration serait effective dans la Narbonnaise romaine qui regroupe le lot le plus important de barres romaines de Gaule et de Méditerranée nord-occidentale et qui justement exporte du fer à moyenne et grande distances à partir de Narbonne.

Quoi qu'il en soit, on comprend que dans la métallurgie du fer d'une même région en Occident, il ne semble pas y avoir de lien direct de cause à effet entre l'accroissement du travail du fer et le développement de la production du fer, le premier répondant à une demande souvent de proximité à partir d'un matériau ferreux semi-fini nécessairement importé, le second étant initié par une stratégie économique prenant place et s'alimentant de commerces qui s'entendent dès le début de la métallurgie du fer à moyenne et longue distances.

BIBLIOGRAPHIE

Abréviations

AFEAF	Association française pour l'étude de l'âge du Fer.
ALUB	Annales littéraires de l'université de Besançon.
ARALO	Association pour la recherche archéologique en Languedoc oriental.
BAR	British Archaeological Reports.
BSESA	*Bulletin de la Société d'études scientifiques de l'Aude.*
BSR	*Bilan scientifique régional.*
CAG	*Carte archéologique de la Gaule.*
CAR	*Cahiers d'archéologie romande.*
CAS	*Cahiers d'archéologie subaquatique.*
DAF	Documents d'archéologie française.
DRASSM	Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines.
EFR	École française de Rome.
JAS	*Journal of Archaeological Science*.
MSH	Maison des sciences de l'homme.
RA	*Revue d'archéométrie.*
RAN	*Revue archéologique de Narbonnaise.*
RAP	*Revue archéologique de Picardie.*

Anderson T., Agustoni C., Serneels V., Castella D. (dir.)
2003 : *Des artisans à la campagne : carrière de meule, forge et voie gallo-romaines à Châbles*, Fribourg, Service archéologique de l'État de Fribourg (coll. Archéologie fribourgeoise, 19), 391 p.

Bagan G.
2007 : « L'habitat dispersé protohistorique dans le Midi de la France entre le VIIe et le IIIe siècle avant J.-C. », *Histoire & sociétés rurales*, 27, p. 7-36.

Bats M., Bouet A., Excoffon P., Guibal F., Pagès G.
2006 : « L'évolution des bâtiments du Nord », *in* Bats M. (dir.), *Olbia de Provence (Hyères, Var) à l'époque romaine (Ier s. av. J.-C.-VIIe s. ap. J.-C.)*, Aix-en-Provence, Edisud (coll. Études massaliètes, 9), p. 129-151.

Bauvais S.
2007 : *Évolution de l'organisation des activités de forge dans le nord du Bassin parisien au second âge du Fer*, Thèse de doctorat, Belfort, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, Université de Franche-Comté, 2 vol., 605 p.

Bauvais S., Fluzin P.
2005 : « Analyses métallographiques des déchets de forge du site de Bazoches-sur-Vesle "les Chantraines" (Aisne) : confrontation et perspective régionale », Amiens (coll. n° spécial de la *RAP*, 22), p. 115-129.
2009 : « Archaeological and Archaeometrical Approaches of the Chaîne Opératoire in Iron and Steelmaking: Methodology for a Regional Evolution Study », *in* Rosen S. A., Roux V. (dir.), *Techniques and People: Anthropological Perspectives on Technology in the Archaeology of the Protohistoric and Early Historic Periods in the Southern Levant*, Paris, De Boccard (coll. Mémoires et travaux du Centre de recherche français à Jérusalem, 9), p. 159-178.

Berranger M.
2006 : « Les dépôts de demi-produits de fer (VIIIe-Ier s. av. J.-C.) : contextes et associations de mobiliers », *in* Bataille G., Guillaumet J.-P. (dir.), *Les Dépôts métalliques au second âge du Fer en Europe tempérée, Actes de la table ronde de Glux-en-Glenne, 13-14 oct. 2004*, Glux-en-Glenne, Centre archéologique européen (coll. Bibracte, 11), p. 147-163.
2009 : *Le Fer, entre matière première et moyen d'échange, en France du VIIe au Ier s. av. J.-C : approches interdisciplinaires*, Thèse de doctorat, Paris, Université Paris-I Panthéon-Sorbonne, 3 vol.

Berranger M., Fluzin P.
2007 : « Organisation de la chaîne opératoire en métallurgie du fer aux IIe-Ier s. av. J.-C. sur l'*oppidum* d'Entremont (Aix-en-Provence) : la circulation du métal », *RA*, 31, p. 7-22.
2011 : « From Raw Iron to Semi-Product: Quality and Circulation of Materials during the Iron Age in France », *Archaeometry*, 54-4, p. 664-684.

Bessac J.-C., Bonnaud R.
1998 : « Sidérurgie antique dans le Bois des Lens », *in* Feugère M., Serneels V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 4), p. 142-149.

Beylier A.
2008 : « Le dépôt d'objets métalliques d'Auzet, Alpes-de-Haute-Provence (VIe s. av. n. ère) », *in* Boutet A., Defrasne C., Lachenal T. (dir.), *Cultures, économies, sociétés et environnement du début de la Préhistoire au Moyen Âge : travaux en cours, Actes de la 3e table ronde des jeunes chercheurs en archéologie de la MMSH, Aix-en-Provence, 2008* [URL : http://www.mmsh.univ-aix.fr/ecoledoctorale/trjca/beylier.htm].
2012 : *L'Armement et le guerrier en Méditerranée nord-occidentale au premier âge du Fer*, Lattes, Publication de l'UMR 5140 du CNRS (coll. Hors-série de Monographies d'archéologie méditerranéenne, 31), 500 p.

Beyrie A.
2008 : « Extraction et exploitation de fer sur le site antique de Larla (Saint-Martin-d'Arrossa, Pyrénées-Atlantiques) », *Archéopages, Mines et Carrières*, 22, p. 32-33.

Bielenin K., Mangin M., Orzechowski S., Fluzin P., Ploquin A.
1998 : « La sidérurgie ancienne et l'exploitation minière dans les Montagnes Saintes-Croix (Petite Pologne) -III- Archéométrie et histoire : les Montagnes Sainte-Croix et les régions productives européennes (fin de l'âge du Fer-début du Moyen Âge) », *Dialogues d'histoire ancienne*, 24-1, p. 139-193.

Bonnamour L.
2000 : « Les ponts romains de Chalon-sur-Saône : étude préliminaire de la pile 3 », *Gallia*, 57, p. 273-306.

Bonnamour L. (dir.)
2000 : *« Archéologie de la Saône : 150 ans de recherches, le fleuve gardien de la mémoire »*, Catalogue d'exposition, Chalon-sur-Saône, Paris, Errance, 160 p.

Brauns M., Schwab R., Gassmann G., Wieland G., Pernika E.
2013 : « Provenance of Iron Age Iron in Southern Germany: a New Approach », *JAS*, 40, p. 841-849.

Brun P., Ruby P.
2008 : *L'Âge du Fer en France : premières villes, premiers États celtiques*, Paris, La Découverte (coll. Archéologies de la France), 177 p.

Cabboï S., Dunikowski C., Leroy M., Merluzzo P.
2007 : « Les systèmes de production sidérurgique chez les Celtes du Nord de la France », *in* Milcent P.-Y. (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 35-62.

Colls D., Étienne R., Mayet F.
1988 : « Des tonneaux dans l'épave *Port-Vendres III* ? », in *Navires et commerces de la Méditerranée antique, Hommage à Jean Rougé*, Lyon, Comité historique du Centre-Est (coll. *Cahiers d'histoire*, 33, 3-4), p. 309-319.

Corretti A., Benvenuti M.
2011 : « The Beginning of Iron Metallurgy in Tuscany, with Special Reference to Etruria Mineraria », *Meditarch*, 14, p. 127-145.

Corretti A., Firmenti M.
2011 : « Metallurgia antica e medievale all'isola d'Elba: vecchi dati e nuove acquisizioni », *in* Giardino C. (dir.), *Archeometallurgia: dalla conoscenza alla fruizione*, Bari, Edipuglia (coll. Quaderno, 8), p. 229-241.

Courgey M.
2002 : « Simiane-la-Retonde : bas-fourneau du Garant », *BSR Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2001*, p. 29-30.

Coustures M.-P., Béziat D., Tollon F., Domergue Cl., Long L., Rebiscoul A.
2003 : « The Use of Trace Element Analysis of Entrapped Slag Inclusions to Establish Ore-Bar Iron Links: Examples from Two Gallo-Roman Iron-Making Sites in France (Les Martys, Montagne Noire, and les Ferrys, Loiret) », *Archaeometry*, 45- 4, p. 599-613.

Coustures M.-P., Rico C., Béziat D., Djaoui D., Long L., Domergue Cl., Tollon F.
2006 : « La provenance des barres de fer romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône) », *Gallia*, 63, p. 243-261.

Crew P.
1991 : « The Iron and Copper Slags at Baratti, Populonia, Italy », *Historical Metallurgy*, 25-2, p. 109-115.
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 nov. 1993*, Paris, Les Belles Lettres (coll. ALUB, 536), p. 345-350.

Cumont F.
1914 : « Comment la Belgique fut romanisée : essai historique », *Annales de la Société royale d'archéologie de Bruxelles*, XXVIII, p. 77-114.

Decombeix P.-M., Domergue Cl., Fabre J.-M., Gorgues A., Rico C., Tollon F., Tournier B.
2000 : « 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) », *Gallia*, 57, p. 23-36.

Decombeix P.-M., Fabre J.-M., Tollon F., Domergue Cl.
1998 : « Évaluation du volume des ferriers romains du Domaine des Forges (Les Martys, Aude) : de la masse de scories qu'ils renferment et de la production de fer correspondante », *RA*, 22, p. 77-90.

Dedet B., Marchand G.
2009 : « Deux dépôts avec armes du VIe s. av. J.-C. en Provence orientale : les Clues de Verdaches à Auzet (Alpes-de-Haute-Provence) et la Source du Noyer à Roquefort-les-Pins (Alpes-Maritimes) », *Gallia*, 66-2, p. 1-28.

Desaulty A.-M., Dillmann P., L'Héritiera M., Mariet C., Gratuze B., Joron J.-L., Fluzin P.
2009 : « Does It Come from the Pays de Bray?: Examination of an Origin Hypothesis for the Ferrous Reinforcements Used in French Medieval Churches Using Major and Trace Element Analyses », *JAS*, 36-10, p. 2445-2462.

De Soto J. G., Milcent P.-Y.
2000 : « De la Méditerranée à l'Atlantique : échanges et affinités culturelles entre le nord-ouest (Armorique, Centre-Ouest, Limousin) et le sud-ouest de la France (principalement Languedoc occidental) de la fin du Xe au Ve s. av. J.-C. », *in* Janin T. (dir.), *Mailhac et le premier âge du Fer en Europe occidentale : hommages à Odette et Jean Taffanel, Actes du colloque international de Carcassonne, 17-20 sept. 1997*, Lattes, ARALO (coll. Monographies d'archéologie méditerranéenne, 7), p. 351-371.

Disser A., Dillmann P., Bourgain C., L'Héritier M., Vega E., Bauvais S., Leroy M.
2014 : « Iron Reinforcements in Beauvais and Metz Cathedrals: from Bloomery or Finery? The Use of Logistic Regression for Differentiating Smelting Processes », *JAS*, 42, p. 315-333.

Domergue Cl.
1990 : *Les Mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*, Rome, EFR (coll. de l'EFR, 127), 625 p.
2001 : « Le domaine des Forges (Les Martys) », *in* Orejas Saco del Valle A. (dir.), *Atlas historique des zones minières d'Europe, 1999*, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes (coll. EUR Luxembourg, 19700).
2007 : « La sidérurgie extractive en Transalpine et dans la Gaule indépendante à la fin de l'âge du Fer : essai de mise en parallèle », *in* Milcent P.-Y. (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 17-34.

Domergue Cl. (dir.)
1993 : *Un Centre sidérurgique romain de la Montagne Noire : le domaine des Forges (Les Martys, Aude)*, Paris, éd. du CNRS (coll. Suppl. à la *RAN*, 27), 477 p.

Domergue Cl., Leroy M.
2000 : « L'état de la recherche sur les mines et les métallurgies en Gaule, de l'époque gauloise au haut Moyen Âge », *Gallia*, 57, p. 3-10.

Domergue Cl., Serneels V., Cauuet B., Pailler J.-M., Orzechowski S.
2006 : « Mines et métallurgies en Gaule à la fin de l'âge du Fer et à l'époque romaine », *in* Paunier D. (dir.), *Celtes et Gaulois : l'archéologie face à l'histoire* -V- *La Romanisation et la question de l'héritage celtique, Actes de la table ronde de Lausanne, 17-18 juin 2005*, Glux-en-Glenne, Centre archéologique européen (coll. Bibracte, 12/5), p. 131-162.

Doswald C.
1994 : « Les lingots de fer protohistoriques en Europe occidentale : problématique générale », *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 nov. 1993*, Paris, Les Belles Lettres (coll. ALUB, 536), p. 333-343.

Dunikowski C., Cabboï S.
1995 : *La Sidérurgie chez les Sénons :*

les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne), Paris, MSH (coll. DAF, 51), 186 p.

Fabre J.-M., Rigal D.
2007 : « Les vestiges d'ateliers sidérurgiques de l'âge du Fer sur les sites de l'autoroute A20 : Courcan (Cours, Lot) », *in* Milcent P.-Y. (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 125-132.

Fantar M. H. (dir.)
1994 : *La Mosaïque en Tunisie*, Paris, éd. du CNRS, 270 p.

Feugère M., Serneels V.
1998 : « Production, commerce et utilisation du fer entre l'Ebre et le Rhône : premiers éléments de réflexion », *in* Feugère M., Serneels V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 4), p. 251-263.

Fiori P.
1973 : « Gisement de blocs de fer au Cap Gros à Antibes », *CAS*, II, p. 95-96.

Fluzin P., Ploquin A., Dabosi F.
2004 : « Approches métallographiques et archéométriques », *in* Mangin M. (dir.), *Le Fer*, Paris, Errance (coll. Archéologiques), p. 113-173.

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, p. 101-121.

Fournier L., Milcent P.-Y.
2007 : « Actualité des recherches sur l'économie du fer protohistorique dans la région Centre », *in* Milcent P.-Y (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 85-106.

Gandolfi D.
1985 : « Relazione preliminare sul relitto di Capo Testa, presso Santa Teresa di Gallura (Prov. Sasari) », in *VI Congreso internacional de Arqueologia Submarina, Cartagena, 1982*, Madrid, Ministerio de Cultura, Subdirección General de Arqueología y Etnografía, p. 313-323.

Garcia D., Sourisseau J.-C.
2010 : « Les échanges sur le littoral de la Gaule méridionale au premier âge du Fer : du concept d'hellénisation à celui de méditerranéisation », *in* Delestre X., Marchesi H. (dir.), *Archéologie des rivages méditerranéens : 50 ans de recherche, Actes du colloque d'Arles (Bouches-du-Rhône), 2009*, Paris/Aix-en-Provence, éd. Errance/Edisud, p. 237-245.

Gaudron G., Soutou A.
1961 : « Les racloirs triangulaires de la fin de l'âge du Bronze et la route de l'étain de Nantes à Narbonne », *Bulletin de la Société Préhistorique de France*, 58, 8-10, p. 583-593.

Gibbins D. J. L.
2001 : « A Roman Shipwreck of c. AD 200 at Plemmirio, Sicily: Evidence for North African Amphora Production during the Severan Period », *World Archaeology*, 32, 3, p. 311-334.

Gibbins D. J. L., Parker A. J.
1986 : « The Roman Wreck of c. AD 200 at Plemmirio, Near Siracusa (Sicily): Interim Report », *International Journal of Nautical Archaeology*, 15, 4, p. 267-304.

Gömöri J.
1988 : « The Szakony Bloomery Workshops », *in* Sperl G. (dir.), *The First Iron in the Mediterranean. Proceedings of the Populonia/Piombino, Actes du colloque du Comité pour la sidérurgie ancienne, Firenze, oct. 1983*, Strasbourg, éd. Conseil de l'Europe (coll. PACT, 21), p. 101-110.

Gourdiole R., Landes C.
1998 : « La transalpine minière : des Monts d'Orb au bassin de Lodève », *in* Schneider L., Garcia D. (dir.), *Le Lodévois : arrondissement de Lodève et communes d'Aniane, Cabrières, Lieuran-Cabrières, Péret*, Paris, Académie des inscriptions et belles-lettres (coll. *CAG, 34/1*), p. 53-66.

Gsell S.
1928 : « Exploitations minières dans l'Afrique romaine », *Hespéris*, 8, p. 1-21.

Honoré D., Léon G., Roudié N.
2007 : « Deux sites de réduction et de forge de l'âge du Fer en Normandie », *in* Milcent P.-Y. (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 117-124.

Izquierdo i Tugas P.
1987 : « Algunes observacions sobre l'ancoratge de "Les Sorres" al delta del riu Llobregat », *El VI a l'Antiguitat : economia, produccio i comerc al Medterrani occidental, Actes du colloqui d'Arqueologia romona, Badalona, déc. 1985*, Badalona, Museu de Badalona (coll. Monografies Badalonines, 9), p. 133-139.
1992 : « L'ancoratge antic de les Sorres : aportacions a la història económica de la coste del Llobregat », *Fonaments*, 8, p. 53-78.

Janin T., Chardenon N.
1998 : « Les premiers objets en fer en Languedoc occidental et en Roussillon (viiie s. av. n. è.) : types, chronologie et origine », *in* Feugère M., Serneels V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 4), p. 56-64.

Jézégou M.-P. (dir.)
2009 : *Atlas des sites archéologiques submergés du département de l'Hérault*, Montpellier, DRASSM (coll. Rapport de fouille et de prospection, SRA du Languedoc-Roussillon), 28 p.

Joncheray J.-P.
1994 : « L'épave *Dramont C* », *CAS*, XII, p. 5-51.

Laveleye G. de
1907 : « Les Wallons dans l'Histoire : la sidérurgie et les Wallons », *Wallonia*, XV, 2, p. 67-80.

Lebeaupin D.
1998 : « Ateliers de forgerons et témoins dispersés du travail du fer à Lattes », *in* Feugère M., Serneels V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 4), p. 80-95.

Lequément R., Liou B.
1975 : « Les épaves de la côte de Transalpine : essai de dénombrement, suivi de quelques observations sur le trafic maritime aux iie et i^er^ siècles avant *J.-C.* », *Cahiers ligures de préhistoire et d'archéologie*, 24, p. 76-82.

Leroy M., Forrières C., Ploquin A.
1990 : « Un site de production sidérurgique du haut Moyen Âge en Lorraine (Ludres, Meurthe-et-Moselle) : étude des conditions de réduction du minerai lorrain », *Archéologie médiévale*, 20, p. 141-179.

Leroy M., Merluzzo P.
2004 : « La réduction : du minerai au métal », *in* Mangin M. (dir.), *Le Fer*, Paris, Errance (coll. Archéologiques), p. 49-80.

Leroy S., Cohen S. X., Verna C., Gratuze B., Téreygeol F., Fluzin P., Bertran L., Dillmann P.
2012 : « The Medieval Iron Market in Ariège

(France): Multidisciplinary Analytical Approach and Multivariate Analyses », *JAS*, 39- 4, p. 1080-1093.

Loiseau C.
2009 : *Le Métal dans l'architecture publique de l'ouest de la Gaule Lyonnaise : approches méthodologiques, techniques de construction et structures de production (Ier-IIIe siècles après J.-C.)*, Thèse de doctorat, Le Mans, Université du Maine, 2 vol.

Long L.
1985 : « L'épave antique *Bagaud 2* », in *VI Congreso internacional de Arqueologia Submarina, Cartagena, 1982*, Madrid, Ministerio de Cultura, Subdirección General de Arqueología y Etnografía, p. 93-98.
1987 : « Quelques précisions sur le conditionnement des lingots d'étain de l'épave antique *Bagaud 2* (Var) », in *Mines et métallurgie en Gaule et dans les provinces voisines*, *Actes du colloque de Paris, 26-27 avr. 1986*, Paris, Errance (coll. *Caesarodunum*, XXII), p. 149-157.
1997 : « Inventaire des épaves de Camargue, de l'Espiguette au grand Rhône : des cargaisons de fer de l'Antiquité aux gisements du XIXe siècle : leur contribution à l'étude du paléorivage », *in* Baudat M. (dir.), *Crau, Alpilles, Camargue, histoire et archéologie, Actes du colloque d'Arles, 18-19 nov. 1995*, Arles, Groupe archéologique arlésien, p. 59-113.

Long L., Djaoui D., Rico C.
2005 : « Lingots et barres de fer : vers une typologie plus complète », *Bilan scientifique du DRASSM, 2003*, p. 66-68.

Long L., Illouze A.
2003 : « Nouvelles épaves de Camargue : les gisements antiques, modernes et contemporains », in *Delta du Rhône : Camargue antique, médiévale et moderne*, Aix-en-Provence, Association Provence Archéologie (coll. Suppl. au *Bulletin archéologique de Provence*, 2), p. 291-330.

Long L., Rico C., Domergue Cl.
2002 : « Les épaves antiques de Camargue et le commerce maritime du fer en Méditerranée nord-occidentale (Ier siècle avant J.-C.-Ier siècle après J.-C.) », *L'Africa romana*, XIV, p. 161-188.

Longerstay M.
1990 : « Les peintures rupestres des Haouanet de Khroumirie et des Mogods : aspects techniques et répertoire iconographique », *RAP*, 1/2, 1990, p. 119-131.

Mahieu A.
1895 : « De la fabrication du fer à l'époque romaine dans la province de Namur », *Annales de la Société archéologique de Namur*, 21, p. 450-461.

Mairecolas M., Pailler J.-M.
2010 : « Sur les "voies de l'étain" dans l'ancien Occident : quelques jalons », *Pallas*, 82, p. 139-167.

Malrain F., Bauvais S., Henon B., Legros V., Saurel M., Pissot V.
2010 : « Le site artisanal de La Tène finale et du gallo-romain de Ronchères (Aisne) "Le Bois de la Forge" », *RAP*, 1/2, 2010, p. 37-162.

Mangin M. (dir.)
2004 : *Le Fer*, Paris, Errance (coll. Archéologiques), 239 p.

Mantenant J.
2009 : « Mines et métallurgie en territoire audois au cours de l'âge du Fer et de la période romaine (VIIIe s. av. J.-C.-Ve s. ap. J.-C.) », *in* Ournac P., Passelac M., Rancoule G. (dir.), *L'Aude*, Paris, Académie des inscriptions et belles-lettres (coll. *CAG, 11/2*), p. 85-95.
2011 : « *Ferrariae ripae dextrae* : le district sidérurgique antique des Corbières », *RAN*, 44, p. 17-38.

Maréchal J.-Fr.
1998 : « À propos de nouveaux lingots de fer d'époque romaine découverts sur la côte de Narbonnaise », *Bulletin de la Société nationale des Antiquaires de France*, 1998, p. 239-254.

Martin T., Ruffat H.
1998 : « Un dépôt de lingots de fer du début de La Tène III à Montans (Tarn) », *in* Feugère M., Serneels V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 4), p. 110-115.

Marty M.-Th., Maraval M.-L.
2003 : « Les verres de la *villa* de Co d'Espérou (Saint-Denis, Aude) », *in* Foy D., Nenna M.-D. (dir.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique, Actes du colloque de l'Association française pour l'archéologie du verre, Aix-en-Provence, 7-9 juin 2001*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 24), p. 481-504.

Mastino A., Ruggeri P.
2000 : « La romanizzazione dell'Ogliastra », *in* Meloni M. G., Nocco S. (dir.), *Ogliastra : identità storica di una Provincia, Atti del convegno di Studi, Jerzu-Lanusei-Arzana-Tortolì, 23-25 janv. 1997*, Sassari, éd. F. C. Casula, Dizionario storico sardo, C. Delfino (coll. Comunità montana, 11, Ogliastra), p. 151-189.

Meharg A., Edwards K., Schofield E., Raab A., Felmann J., Moran A., Bryant C., Thornton B., Dawson J.
2012 : « First Comprehensive Peat Depositional Records for Tin, Lead End Copper Associated with the Antiquity of Europe's Largest Cassiterite Deposits », *JAS*, 39, p. 717-727.

Monguilan L.
1987 : « Une épave romaine chargée de fer et de plomb dans le golfe de Fos : *Saint-Gervais I* », in *Les Mines et la métallurgie en Gaule et dans les provinces voisines*, *Actes du colloque de Paris, 26-27 avr. 1986*, Paris, Errance (coll. *Caesarodunum*, XXII), p. 171-179.

Morin D., Rosenthal P., Fontugne M.
2007 : « Roman-Early Medieval Iron Mining and Smelting at High Altitude in the Alps (Argentera-Mercantour massif-Alpes-Maritimes, France) », *Antiquity Journal*, 81, p. 313 [URL : http://antiquity.ac.uk/projGall/morin1/index.html].

Muhly J.
1985 : « Sources of Tin and the Beginnings of Bronze Metallurgy », *American Journal of Archaeology*, 89, 2, p. 275-291.

Munteanu G.
2007 : *Explorations préliminaires des mines de fer de Baillestavy (Pyrénées-Orientales, époque préindustrielle)*, Mémoire de Master 1, Université Toulouse-II Le Mirail, 133 p.
2010 : *Le District minier de Baillestavy (Pyrénées-Orientales), la production du fer dans l'Antiquité et le Moyen Âge : exploration, topographie, chronologie et géologie des mines souterraines*, Mémoire de Master 2, Université de Toulouse-II Le Mirail, 145 p.

Mut G.
2001 : « Les forges de Baillestavy », *in* Sablayrolles R. (dir.), *Les Ressources naturelles des Pyrénées : leur exploitation durant l'Antiquité*, *Actes de la table ronde tenue à l'université Toulouse-II Le Mirail, oct. 1999*, Saint-Bertrand-de-Comminges, Musée archéologique départemental (coll. Entretiens d'archéologie et d'histoire de Saint-Bertrand-de-Comminges, 6), p. 141-153.

Mut G., Kotarba J.
2007 : « Les activités métallurgiques d'époque romaine dans les Pyrénées-Orientales », *in* Kotarba J., Castellvi G., Mazière F. (dir.), *Les Pyrénées-Orientales*, Paris, Académie des inscriptions et belles-lettres (coll. *CAG, 66*), p. 141-155.

Needham S.
2001 : « When Expediency Broaches Ritual Intention: the Flow of Metal Between Systemic and Buried Domains », *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 7-2, p. 275-298.

Olive C., Ugolini D.
1998 : « Le travail du fer à Béziers (Hérault) pendant l'âge du Fer », *in* Feugère M., Serneels V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 4), p. 76-79.

Orengo L.
2007 : « Hallstatt-La Tène : un "sous-âge du Fer" et qu'en est-il de l'époque romaine ? », *in* Milcent P.-Y. (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 381-392.

Pagès G.
2010a : *Artisanat et économie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen Âge : une approche interdisciplinaire*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 37), 317 p.
2010b : « Annexe IV : un demi-produit en alliage ferreux », *in* Chuniaud K. (dir.), *Un Quartier de Vichy antique (Auvergne, Allier, Vichy, Garage Palace)*, Rapport final d'opération de fouille archéologique, Bron, Inrap, p. 177-182.

Pagès G., Dillmann P., Fluzin P., Long L.
2011 : « A Study of the Roman Iron Bars of Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France): a Proposal for a Comprehensive Metallographic Approach », *JAS*, 38-6, p. 1234-1252.

Pagès G., Fluzin P.
2006 : « Annexe : analyses métallographiques des échantillons de la forge », *in* Bats M. (dir.), *Olbia de Provence (Hyères, Var) à l'époque romaine (Ier s. av. J.-C.-VIIe s. ap. J.-C.)*, Aix-en-Provence, Edisud (coll. Études massaliètes, 9), p. 159-163, pl. VII.

Pagès G., Fluzin F., Long L.
2011 : « L'acier, une variété de fer parmi d'autres ? : approches méthodologiques des demi-produits des épaves romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France) », *in* Dillmann P., Pérez L., Verna C. (dir.), *L'Acier en Europe avant Bessemer, Actes du colloque international de Paris, 8-10 déc. 2005*, Toulouse, éd. du CNRS, Université Toulouse-II Le Mirail (coll. Méridiennes, Série histoire et techniques, 4), p. 147-174.

Pagès G., Fluzin F., Mangin M.
2009 : « L'évolution d'une forge routière vers un atelier de type "villageois" », *in* Fiches J.-L. (dir.), *Une Maison des Ier-IIe siècles dans l'agglomération routière d'*Ambrussum *(Villetelle, Hérault) : fouille de la zone 9, 1995-1999*, Lattes, Association pour le développement de l'archéologie en Languedoc-Roussillon (coll. Monographies d'archéologie méditerranéenne, 26), p. 317-342.

Pagès G., Long L., Fluzin F., Dillmann P.
2008 : « Réseaux de production et standards de commercialisation du fer antique en Méditerranée : les demi-produits des épaves romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France) », *RAN*, 41, p. 261-283 [URL : http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00420965/fr/].

Pagès G., Roure R., Salle V.
2012 : « Forgerons à travers les générations ? : la métallurgie dans l'îlot VI d'Olbia de Provence (Hyères, 83) de 325 avant notre ère à 20 de notre ère », *in* Sanidas G., Esposito A. (dir.), *Archéologie des espaces économiques : la concentration spatiale des activités et la question des quartiers spécialisés, Actes du Symposium international d'HALMA-IPEL, Lille, 16-17 déc. 2009*, Villeneuve-d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion (coll. *Archaiologia*), p. 329-345.

Parker A. J.
1992 : *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces*, Oxford, Tempvs Reparatvm (coll. BAR International Series, 580), 547 p.

Pelet P.-L.
1993 : *Une industrie reconnue : fer, charbon, acier dans le Pays de Vaud*, Lausanne, éd. CAR (coll. *CAR*, 60), 142 p.

Polo Cutando C., Villagordo Ros C.
2007 : « L'exploitation du fer en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara, Espagne) aux IIIe-Ier s. a.C. », *in* Milcent P.-Y (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 107-114.

Py M.
1990 : *Culture, économie et société protohistoriques dans la région nîmoise*, Rome, EFR (coll. de l'EFR, 131), 2 vol., 957 p.
2009 : Lattara/*Lattes, Hérault : comptoir gaulois méditerranéen entre Étrusques, Grecs et Romains*, Paris, Errance (coll. Hauts lieux de l'histoire), 343 p.

Ramos J. E., Wagner J., Fernandez A.
1984 : « El yacimiento arqueologico submarino de Ben-Afeli estudio de los materiales (Almazora, Castellon) », *Cuadernos de Prehistoria y Arqueologia Castellonenses*, 10, p. 121-158.

Rauzier M.
2005 : « Une barre de fer estampillée découverte lors d'une prospection à Palavas-les-Flots (Hérault) », *Archéologie en Languedoc*, 29, p. 185-186.

Rebiscoul A.
2003 : « Le site paléométallurgique des "Ferrys", commune de La Bussière (Loiret) », *in* Lepetz S., Matterne V. (dir.), « Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de la Gaule romaine : matières premières et produits transformés, Actes du VIe colloque AGER, Compiègne (Oise), 5-7 juin 2002 », *RAP*, 1/2, 2003, p. 129-140.

Rétif M.
1998 : « Indices de métallurgie protohistorique du fer à Martigues (Bouches-du-Rhône) », *in* Feugère M., Serneels V. (dir.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Monographies *Instrumentum*, 4), p. 96-108.

Rohl B., Needham S.
1998 : *The Circulation of Metal in the British Bronze Age: the Application of Lead Isotope Analysis*, Londres, British Museum Press (coll. Occasional Paper, 102), 234 p.

Sablayrolles R.
1989a : « L'administration des mines de fer en Gaule romaine », *in* Domergue Cl. (dir.), *Minería y metalurgia en las Antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas, Coloquio international asociado, Madrid, 24-28 oct. 1985*, Madrid, Ministerio de Cultura, p. 157-159.
1989b : « Six années de recherches à Saint-Denis (Aude) », in *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale : recherches récentes, Journées de Perpignan, 20-22 fév. 1987*, Perpignan, Université de Toulouse-II Le Mirail, p. 73-84.
2005 : « Analyses d'économie antique : textes anciens et archéologie récente », in *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque julio-claudienne : organisation et exploitation des espaces provinciaux, Actes du colloque Aquitania, Saintes, 11-13 sept. 2003*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 13), p. 415-422.

Sanchez C., Jézégou M.-P., Pagès G.
2012 : « Entre littoral et arrière-pays, l'organisation des activités artisanales : le cas de Narbonne antique », *in* Sanidas G., Esposito A. (dir.), *Archéologie des espaces économiques : la concentration spatiale des activités et la question des quartiers spécialisés, Actes du Symposium international*

d'HALMA-IPEL, Lille, 16-17 déc. 2009, Villeneuve-d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion (coll. *Archaiologia*), p. 347-360.

Sarreste F.
2011 : *La Sidérurgie antique dans le Bas Maine*, Tours, Presses universitaires François-Rabelais (coll. Perspectives historiques), 314 p.

Serneels V.
1993 : *Archéométrie des scories de fer : recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*, Lausanne, CAR (coll. *CAR*, 61), 240 p.
2007 : « Remarque conclusive, l'économie du fer protohistorique (VIIIe-Ier s. a.C.) : de la production à la consommation du métal », *in* Milcent P.-Y (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 425-434.

Serneels V., Merluzzo P., Leroy M.
2004 : « Les activités de forge : le travail du métal », *in* Mangin M. (dir.), *Le Fer*, Paris, Errance (coll. Archéologiques), p. 81-112.

Solier Y.
1970 : « Gruissan : épaves de l'étang de Mateilles », *Bulletin de la Commission archéologique de Narbonne*, 32, p. 120-130.

Solier Y., Fabre H.
1966 : « L'*Oppidum* du moulin à Peyriac-de-Mer : Rapport sur les fouilles 1965 », *BSESA*, LXVI, p. 107-123.

Taffanel O.
2000 : « Les lingots de fer du Cayla de Mailhac (Aude) », *BSESA*, 200, p. 141-142.

Taffanel O., Taffanel J.
1967 : « Les épées à sphères du Cayla à Mailhac (Aude) », *Gallia*, 25, p. 1-10.

Tahon V.
1886 : « Les origines de la métallurgie au pays d'Entre-Sambre-et-Meuse », *Documents et rapports de la Société archéologique de Charleroy*, 14, p. 794-799.

Taylor R. J., Gibbins D. J. L., Robinson V. J.
1997 : « An Investigation of the Provenance of the Roman Amphora Cargo from the *Plemmirio B* Shipwreck », *Archaeometry*, 39, 1, p. 9-21.

Tchernia A.
1969 : « Épave métallique du Cap des Mèdes », *Gallia*, 27-2, p. 476-478.

Vivet J.-B.
2007 : « La production du fer protohistorique en haute Bretagne d'après les résultats des prospections, des fouilles d'ateliers et des analyses archéométriques », *in* Milcent P.-Y. (dir.), *L'Économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Pessac, Fédération Aquitania (coll. Suppl. à *Aquitania*, 14/2), p. 63-84.

Zwicker U.
1996 : « Ein Werkzeugstahl des Saturninus », *Bayerische Vorgeschichtsblätter*, 61, p. 245-246.