L'industrie sidérurgique antique des Pyrénées à la Montagne Noire

Vers un bilan de 60 années de recherches

Gaspard PAGÈS

CNRS - ArScAn - UMR7041 - équipe GAMMA
Ifpo - UMIFRE 6 – CNRS MEAE – UAR 3135

DOI : https ://doi.org/10.17184/eac.9892

Résumé : La Transalpine, qui deviendra ensuite la Narbonnaise, est le premier espace conquis par Rome en Gaule, dans le dernier quart du IIe siècle av. J.-C. Dans sa partie occidentale se trouvent les Albères (66), le Canigou (66), les Corbières (11) et de la Montagne Noire (11) qui regorgent de minerais de fer exploités dès le début de cette colonisation. Étudiée de manière disparate depuis pratiquement 60 années, cette production du fer antique des Pyrénées à la Montagne Noire requiert aujourd'hui une contribution qui vise à faire un bilan historiographique et archéologique des connaissances, notamment en harmonisant les données produites pour permettre une meilleure intercomparaison des espaces sidérurgiques à l'échelle de la Narbonnaise, mais aussi de la Gaule, laquelle est probablement une des principales régions à produire du fer durant le Haut-Empire.

Abstract: The Transalpine province, which would later become Narbonensis, was the first territory conquered by Rome in Gaul, in the final quarter of the 2nd century BC. Its western part encompasses the Albères (Pyrénées-Orientales), the Canigou (Pyrénées-Orientales), the Corbières (Aude), and the Montagne Noire (Aude), all rich in iron ores that were exploited from the very beginning of this colonization. Studied in a fragmentary manner for nearly sixty years, the ancient iron production from the Pyrenees to the Montagne Noire now requires a comprehensive contribution aimed at producing a historiographical and archaeological synthesis. Such an approach would make it possible to harmonize the available data and thereby facilitate a more systematic comparison of ironworking districts, both on the scale of Narbonensis and of Gaul as a whole, which was likely one of the principal regions engaged in iron production during the Early Empire.

Introduction

Autour de la Méditerranée occidentale, les Albères (66), le Canigou (66), les Corbières (11) et la Montagne Noire (11) constituent des massifs largement exploités et occupés pendant l'Antiquité pour leurs ressources minières, leurs marbres, leurs forêts et leurs pâturages, mais aussi pour leurs nombreuses sources thermales. Idéalement situés, ils sont localisés dans un rayon de moins de 100 km autour de Narbonne, dont son port « […] est celui de la Gaule entière, tant [il] surpasse [celui des] autres villes maritimes par l'importance et l'activité de son commerce » selon Strabon (IV, 1, 12) à la fin du Ier siècle av. J.-C. Ces massifs se trouvent en Transalpine, puis dans la province de Narbonnaise, dans cet espace précocement colonisé par Rome à partir de 122 av. J.-C. Exploités massivement encore au Moyen Âge et à l'époque moderne, ils abritent la dernière mine de fer française à avoir été en activité sur le territoire national : celle de Batère dans le massif du Canigou (66) qui a fermé dans les années 1980. Ces massifs ont aussi été au cœur du développement des recherches sur les mines et les métallurgies à partir des années 1970 et notamment des fouilles emblématiques du centre sidérurgique du Domaine des Forges aux Martys (11). Ils constituent donc un cadre spécialement propice pour dégager un premier bilan historiographique et archéologique sur la question de la production du fer romaine – c'est-à-dire la phase de la chaîne opératoire appelée réduction directe du minerai – en la replaçant dans le contexte de la recherche nationale et européenne.

1 Historiographie

Dans le sud-ouest de l'Europe occidentale, les recherches sur les mines et les métallurgies anciennes se sont d'abord développées en Espagne autour des métaux non ferreux très exploités dans l'Hispanie romaine républicaine. En effet, Claude Domergue, au milieu des années 1960, en tant que membre de la Casa de Velázquez, contribua fortement au démarrage de ces recherches (Sánchez-Palencia 2012). Il reste d'ailleurs attaché à ce sujet dont il deviendra spécialiste (Domergue 2008). Au tournant des années 1970, Claude Domergue embrasse un poste d'enseignent-chercheur à l'université de Toulouse où il exercera jusqu'au-delà des années 2010. Grâce à cette nouvelle implantation, mais surtout grâce aux enseignements qu'il dispense et à l'équipe qui se structure autour de l'unité qu'il anime, les recherches sur les mines et les métallurgies anciennes s'installent durablement en Narbonnaise. Ainsi, à partir des années 1970, les études alors appelées paléométallurgiques commencent à se développer en Narbonnaise spécialement autour des fouilles du Domaine des Forges aux Martys (11) (Domergue 1993 ; Fabre *et al.* 2016) et des universités de Toulouse Le Mirail et Paul-Sabatier. Vers la fin des années 1970, des colloques viennent fédérer dans cette zone les études en cours (Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon dir. 1977 ; Domergue 1982 ; Domergue 1989). En effet, l'étude de la métallurgie ancienne a attiré d'autres chercheurs et étudiants. On pense notamment aux travaux de Robert Sablayrolles toujours dans la Montagne Noire (Sablayrolles 1989a), mais aussi plus tard dans les Pyrénées centrales (Beyrie *et al.* 2000 ; Fabre *et al.* 2001 ; Sablayrolles 2001b), à ceux de Véronique Barrouillet, Anne Lamy, Véronique Izard et Gérard Mut dans le massif du Canigou (66) (Barrouillet, Lamy 1986 ; Barrouillet *et al.* 1989 ; Izard 1994 ; Izard 1999 ; Izard, Mut 2007 ;

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

Mut, Kotarba 2007), à ceux de Claude Dubois en Ariège (Dubois, Guibault 1988 ; Dubois 1990 ; Dubois *et al.* 1994 ; Dubois 1995 ; Dubois 1997), à ceux de Guy Rancoule et Yves Solier dans les Corbières (Rancoule, Solier 1977) pour ne parler que de la métallurgie du fer dans la zone. Parce qu'évidemment les autres métaux exploités à l'époque romaine ont aussi été étudiés notamment dans la haute vallée de l'Orb (34) où se développe un important secteur minier d'exploitation de la galène (Gourdiole, Landes 1998). À noter que l'étude du cuivre reste en retrait de ce mouvement pour l'Antiquité alors qu'il est au cœur des travaux des Préhistoriens au même moment en Languedoc (Ambert, Vaquer dir. 2005). Ce qui ressort aujourd'hui de ce panorama général des années 1970 à 1990 est que l'expérience archéologique en la matière est dominée par la fouille du Domaine des Forges aux Martys (11). À l'heure du bilan, on oublierait presque que la Montagne Noire – où se trouve le Domaine des Forges – est occupée au même moment par d'autres centres de production romains aussi importants. On omettrait également que les Corbières comme les Pyrénées sont autant exploités dans l'Antiquité pour leur fer, entre autres et si ce n'est plus.

Cette situation s'explique de plusieurs manières. Les années 1970 voient l'archéologie s'installer comme discipline à part entière. Si sa place était acquise pour les périodes préhistoriques, cette discipline devait encore faire ses preuves pour asseoir sa raison d'être et son indépendance spécialement pour les périodes de l'Antiquité et du Moyen Âge, où elle est d'ailleurs encore bien trop souvent remise en question. Dans ce contexte de légitimation de l'archéologie, les grandes fouilles programmées ont fait figure de proue. Le Domaine des Forges est un exemple en la matière. Et à juste titre, notamment quand on mesure la difficulté opérationnelle de ce type d'enquête et l'ingratitude des travaux, dans des tas de déchets de milliers de tonnes et de plusieurs mètres d'épaisseur de scories et de charbons. À juste titre aussi quand on voit les résultats produits par cette opération qui reste encore aujourd'hui, 50 ans après, la seule fouille programmée de grande ampleur d'un centre sidérurgique romain. La notoriété écrasante de la fouille programmée du Domaine des Forges vient aussi en grande partie de la richesse des découvertes réalisées. Évidemment, en premier chef, les fourneaux mis au jour, surtout les batteries de fourneaux qui constituent certainement les vestiges les plus médiatisés et référencés. Instrument de production en série, doté d'une technologie, dont les origines comme les adaptations sont toujours en discussion, ils sont sans conteste l'élément le plus connu du cette fouille et au fondement de sa renommée (Domergue *et al.* 1999 ; Decombeix *et al.* 2000 ; Domergue, Leroy 2000 ; Fabre 2004 ; Domergue 2007). Et pour cause, avant le développement de l'archéologie préventive vers les années 2000, ces fourneaux étaient presque des *unicum* (Pagès 2018). Deux derniers éléments – probablement interdépendants – sont à prendre en compte pour comprendre, non pas la renommée des Martys, mais plutôt la moindre médiatisation des autres études paléométallurgiques sur la zone : la non-titularisation institutionnelle de la majorité des autres chercheurs et la publication de leurs résultats dans des revues plutôt régionales.

Une nouvelle génération d'archéologues s'intéressant à la métallurgie du fer du sud de la France voit le jour au début des années 2000. Leurs travaux s'inscrivent dans des thèses de doctorat animées par les universités de Toulouse, mais aussi de Mont-

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

pellier, dans le cadre d'une codirection avec le Laboratoire de Métallurgies et Culture (IRAMAT-LMC-UMR5060) qui constitue, en France, l'autre pôle majeur à côté de celui de Toulouse (TRACES-UMR5608) animant les recherches paléométallurgiques nationales et internationales. Ces études ont en commun qu'elles visent à faire un bilan régional sur la question du fer en Narbonnaise en tenant compte, soit de l'ensemble de la chaîne opératoire (de la production à la commercialisation et à la fabrication), soit de l'ensemble des métallurgies primaires (fer et autres métaux coulés confondus) (Pagès 2008 ; Pagès 2010 ; Mantenant 2014). L'enjeu était donc de produire de nouvelles données et de réinvestir les travaux fondateurs des années 1970-1990 en replaçant les raisonnements dans un environnement archéologique plus large et plus riche qui bénéficiait déjà du développement de l'archéologie programmée, mais surtout préventive suite à la promulgation de la loi du 7 janvier 2001 et à la création de l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap).

Les années 2000 voient aussi l'affirmation des disciplines archéométriques spécialement dans l'étude du fer qui a été un environnement particulièrement propice au développement précoce de l'interdisciplinarité notamment en France à partir de 1950 et la création par Édouard Salin du Laboratoire de Recherches Archéologiques du Musée Lorrain à Nancy (aujourd'hui nommé Le Laboratoire d'Archéologie des Métaux), mais aussi plus largement en Europe avec la création en 1966 du Comité pour la sidérurgie ancienne (CPSA) animé par Rodomir Pleiner (Verna, Dillmann 2018). Dans le sud de la France, les fouilles du Domaine des Forges ont aussi été un moteur pour l'interdisciplinarité et le développement de l'archéométrie avec la mise en place d'une collaboration étroite entre les universités de Toulouse-Le Mirail et Paul-Sabatier, entre archéologues et géologues (Jarrier *et al.* 1995 ; Domergue, Leroy 2000). Cette synergie a permis l'émergence de méthodologies novatrices sur la traçabilité du métal (Coustures *et al.* 2003) qui ont été approfondies et stabilisées au cours d'une thèse de doctorat du Laboratoire de Métallurgies et Culture (IRAMAT-LMC-UMR5060) portant notamment sur les Pyrénées ariégeoises. Ces protocoles et ces méthodologies font aujourd'hui référence (Leroy 2010). Des approches archéométriques liées à l'étude de la qualité du métal par l'analyse métallographique du fer ont aussi été développées en Narbonnaise comme la mise en place de méthodologie innovante permettant de dater le fer par radiocarbone (Pagès *et al.* 2011 ; Delqué-Kolic *et al.* 2017) grâce là encore au Laboratoire de Métallurgies et Culture (IRAMAT-LMC-UMR5060). On voit donc bien que la Narbonnaise a été un laboratoire spécialement foisonnant pour la métallurgie du fer du point de vue archéologique, mais aussi au niveau archéométrique. Elle a aussi été un creuset dans lequel des expériences de pluridisciplinarité et d'interdisciplinarité ont mûri. À noter d'ailleurs que l'animation interdisciplinaire dans la zone a été spécialement vive pour le Moyen Âge qui a également bénéficié de recherches intégrées entre historien, archéologue et archéomètre (Verna *et al.* 2006 ; Verna *et al.* 2006 ; Dillmann *et al.* dir. 2011 ; Leroy *et al.* 2012).

Ces recherches intégrées se poursuivent notamment depuis 2014 dans la moitié orientale des Pyrénées (prenant en compte l'intégralité de deux départements que sont l'Ariège et les Pyrénées-Orientales). Elles se structurent aujourd'hui autour du Programme Collectif de Recherche « Le FER en Ariège et dans les Pyrénées-Orientales » (PCR FERAPO) qui est la continuation des programmes du ministère de la Culture

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

« Le fer antique et médiéval du massif du Canigou et des Pyrénées-Orientales (66) » (dirigé par Gaspard Pagès entre 2014 et 2020) et « Mines et métallurgie du fer pour les périodes historiques dans le département de l'Ariège » (dirigé par Alexandre Disser entre 2017 et 2020). Ces recherches s'ancrent aussi très fortement dans l'élan donné par le programme FEDER FERMAPYR (2019-2022) « L'industrie du fer dans le massif des Pyrénées (du Canigou au Couserans/Antiquité-milieu XVII^{e} s.) » porté par le CNRS (direction Gaspard Pagès) en partenariat avec l'Université de Paris 8 (direction C. Verna) qui a été subventionné dans le cadre du Programme Opérationnel Interrégional Pyrénées – FEDER 2014 2020 financé par l'Union Européenne et de l'axe prioritaire 2.1 Construire, partager et diffuser un inventaire des patrimoines pyrénéens. Le PCR FERAPO (dirigé par Gaspard Pagès entre 2021-2023 et par Alexandre Disser entre 2024-2026) est financé par le Ministère de la Culture et de la Communication. Il est aussi le cadre légal administratif qui vient encadrer les opérations archéologiques de terrain (prospections, sondages, fouilles, échantillonnage, enregistrement des découvertes, etc.). Ces programmes de recherche sont liés par des problématiques communes et un objectif central : analyser sur la longue durée et de manière interdisciplinaire l'extraction minière et la production primaire de fer (réduction des minerais) dans un espace large et cohérent. Il permet aujourd'hui de dresser un premier bilan, bien que le traitement des données harmonisées acquises soit encore en cours.

2 Bilan

La production du fer romaine, c'est-à-dire la réduction dite directe du minerai en bas fourneau, n'est pas dispersée dans toute la Transalpine – qui deviendra ensuite la Narbonnaise (Figure 1). Elle se concentre spécialement entre la partie orientale des Pyrénées, au sud, et la Montagne Noire, au nord, dans les massifs qui s'élèvent derrière Château-Roussillon – *Ruscino* (66) – et Narbonne – *Narbo Martius* (11), dans la partie occidentale de la province, juste au nord de l'Hispanie citérieure. Toutes ces exploitations se concentrent dans des massifs montagneux et forestiers – essentiellement entre 300 et 1200 m d'altitude – où le minerai et le bois se trouvent en abondance, loin des plaines alluviales davantage vouées à l'agriculture et à la production de vin : à savoir du sud au nord, les massifs des Albères (66) et du Canigou (66), le massif des Hautes-Corbières (11) et celui de la Montagne Noire (11). Ce sont là les principaux espaces sidérurgiques romains. Plus loin, d'autres zones sont aussi présentes notamment dans les piedmonts ariégeois, dans le Couserans.

Toutes ces exploitations sont implantées dans des zones montagneuses à l'écart du système viaire principal qui se déploie dans les plaines autour de la *Via Domitia* et la *Via Aquitania* (Figure 1). Elles ne sont cependant pas déconnectées de celui-ci et s'intègrent dans des réseaux d'habitats, d'installations thermales et d'exploitation de marbres, de bois et des autres minerais (Sablayrolles 2001a). La spécificité de ces exploitations est qu'elles prennent place dans la Transalpine, dans cet espace de Gaule précocement occupé par Rome avec l'appui de son allié Marseille et suite aux campagnes d'aide militaire qu'elle lui accorde durant le II^{e} siècle av. J.-C. pour maintenir son pouvoir et sa domination territoriale. S'en suit rapidement la colonisation de la zone en 122 av. J.-C. et la fondation de la première colonie de droit romain hors du La-

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

tium en 118 av. J.-C. – *Colonia Narbo Martius* (Narbonne, Aude, France) – ainsi que la création de la *Via Domitia* qui permet de relier l'Hispanie et la Transalpine à Rome pour assurer le commerce par voie terrestre, mais aussi la circulation des hommes et surtout des troupes. S'en suit aussi vers le milieu du I^er^ siècle av. J.-C. l'élévation au rang de colonie latine puis romaine de *Ruscino* (Château-Roussillon, 66). Un peu plus tard, probablement dans la 2^nde^ moitié du I^er^ siècle av. J.-C. *Colonia Julia Carcaso* (Carcassonne, 11) est également promu cité de droit latin au moment où est mis en place la *Via Aquitania* qui relie Narbonne à Bordeaux via Toulouse et l'axe en grande partie navigable Aude-Garonne (Figure 1). C'est dans ce contexte administratif que les exploitations sidérurgiques de Transalpine puis de Narbonnaise voient le jour et fonctionnent.

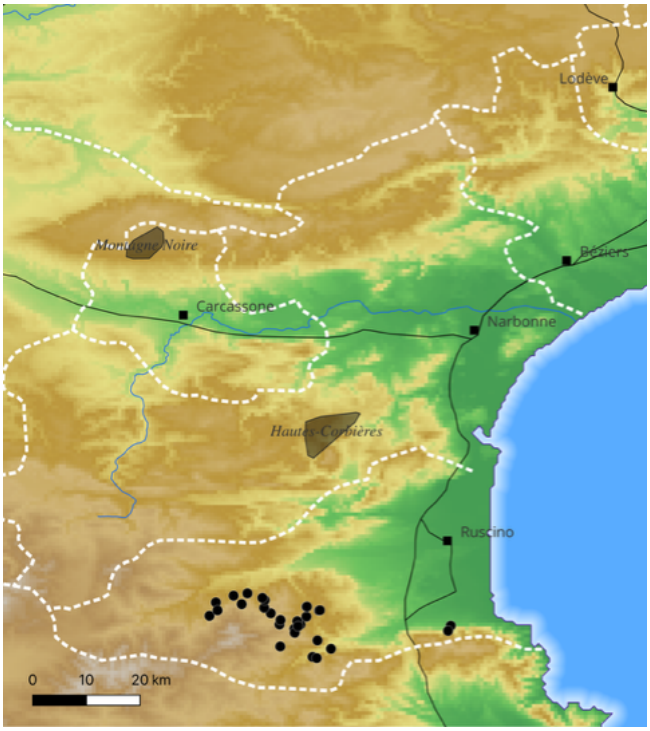


Fig. 1 : Les zones de production antiques (en gris) et les sites de réduction romains des Pyrénées-Orientales (époque tardo-républicaine et Haut-Empire ; points noirs) dans le contexte administratif des cités de Narbonnaise (pointillés blancs) avec le tracé des voies antiques principales.

En effet, ces exploitations remontent à l'époque tardo-républicaine et à la conquête romaine sans lien direct avec des exploitations protohistoriques antérieures (Pagès 2014). Est-ce à dire que cette activité n'a pas été pratiquée chez les Gaulois du midi ? Elle a pu exister antérieurement comme le prouve le cas des ateliers protohistoriques des Érables (Combaillaux, 34) (Sanchez, Pagès et Roure 2023), mais elle n'a jamais été de grande ampleur comme cela a été le cas dans le nord de la Gaule (Berranger, Bauvais 2020) et elle ne semble pas être à l'origine des exploitations romaines. Tout

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

porte donc à croire que la métallurgie primaire prend place et se développe véritablement avec la colonisation romaine. La question de ses origines techniques et opérationnelles ne sera pas traitée ici parce que les éléments sont encore trop épars pour en discuter, mais on notera que cette sidérurgie primaire antique se développe auparavant sous la domination romaine dans l'Hispanie citérieure, directement au sud, notamment dans la Sierra Menera (Polo Cutando et Villagordo Ros 2007 ; Fabre *et al.* 2012 ; Domergue 2016).

Au cours du dernier quart du IIe siècle av. J.-C., des exploitations sidérurgiques en Transalpine voient le jour. Dans le massif du Canigou, celle-ci semble être de grosse ampleur (pouvant atteindre les 100000 m^3) et nombreuses (21 sites répertoriés) alors que dans les Hautes-Corbières et la Montagne Noire, il s'agit alors de petites exploitations dispersées (généralement de quelque 100 m^2) liées à des mouvements exploratoires (Decombeix *et al.* 2000 ; Mantenant 2014, p. 280-281 et 322-324). Vers la fin de la première moitié du Ier siècle av. J.-C., dans ces deux derniers massifs, la grande majorité de ces petites exploitations sont abandonnées au profit et en lieu et place de quelques grosses exploitations du type du Domaine des Forges (Les Martys, 11). Dans les Pyrénées-Orientales, cette recomposition et cette concentration sont aussi perceptibles dans l'abandon de sites et dans l'exploitation de nouveaux espaces comme les Albères (18 sites sont alors en activités dans la zone).

Au même moment, l'exploitation des non-ferreux (notamment cuivre, argent et plomb) cesse dans les Hautes-Corbières et la Montagne Noire (*Ibid.* ; Meunier 2023). La fin de la première moitié du Ier siècle av. J.-C. marquerait donc une phase de stabilisation et de spécialisation de la production métallurgique autour de la matière fer dans ces massifs en Narbonnaise. Dans ce contexte, il faut noter la précocité des exploitations tardo-républicaines de grande ampleur dans le massif Canigou qui sont en très grande majorité constituée par des tas de déchets typiques qui matérialisent probablement des systèmes de production spécifique ou des techniques particulières : ces tas de scories nommés « môles »[1] sont très différents des ferriers classiques. Ces môles sont en effet des agglomérations de scories écoulées, souvent stratifiées, et scellées par des couches d'occupation métallurgique solidifiant et cimentant l'ensemble (Figure 2). Ce type de ferrier est presque exclusivement reconnu dans le massif du Canigou et ne concerne que des exploitations tardo-républicaines.

La seconde moitié du Ier siècle semble être aussi une phase charnière pour la sidérurgie dans la Narbonnaise. À ce moment-là, la grande majorité des sites des Hautes-Corbières est abandonnée ou fonctionne à plus faible régime (Mantenant 2014, p. 280-281 et 322-324 ; Meunier 2023). Dans le massif du Canigou, les sites à môles sont délaissés et la production de fer est dorénavant concentrée dans 12 sites de grande ampleur. Seule la Montagne Noire semble conserver un rythme d'exploitation dans la continuité de celui de la fin du Ier siècle av. J.-C. (Domergue 1993 ; Decombeix *et al.* 2000). La situation se stabilise donc dans le Haut-Empire autour de centres sidérurgiques implantés dans la Montagne Noire et dans le Massif du Canigou. L'exploitation

[1] L'utilisation de ce terme môle remonte aux recherches de la seconde moitié du XXe siècle de Véronique Barrouillet, Anne Lamy et Gérard Mut (Barrouillet, Lamy 1986 ; Barrouillet *et al.* 1989 ; Izard 1994 ; Izard 1999 ; Izard, Mut 2007 ; Mut, Kotarba 2007). Le terme môle a été utilisé en référence aux ouvrages monumentaux et massifs fabriqués pour protéger ou équiper les ports.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

des métaux non ferreux est aussi pratiquement totalement abandonnée dans toute la Narbonnaise (Mantenant 2014, p. 368 ; Meunier 2023). La province ne produit alors que du fer en grande quantité. Cette situation se poursuit jusqu'au début du IIIe siècle avec des fluctuations cependant importantes comme le montre le cas du Domaine des Forges aux Martys (Domergue 1993). Dans le IIIe siècle, ce système de production fondé sur ces centres de grande ampleur s'effondre et laisse la place à de plus petites exploitations beaucoup plus mobiles dont le fonctionnement ne semble pas excéder un demi-siècle et qui gagnent toute la Narbonnaise, des Pyrénées aux Alpes (Pagès 2008 ; Pagès 2010 ; Pagès 2014). Tous les massifs du pourtour Méditerranée sont alors concernés par la production de fer à diverses échelles, que ce soit de manière ponctuelle ou plus pérenne, mais toujours sous la forme d'exploitations de petite taille, pouvant être regroupées au sein de zone assez circonscrite, parfois appelée district. Reste à préciser les chronologies d'exploitations par massif au cas par cas.



Fig. 2 : Une partie des môles constituant le ferrier du site tardo-républicain du Correch del Carraller à Finestret (66).

Proposer un ordre de grandeur des quantités de fer produites permet de donner à voir du gigantisme des productions romaines. Les quantités sont déterminées en grande partie par le volume des déchets produits[2]. Sans revenir sur les détails du calcul, il est possible de se fonder sur le cas du Domaine des Forges. Selon les estimations, le domaine des forges aurait engendré en 320 ans 110000 tonnes de scories qui re-

[2]Énormément de tas de scories ont été réutilisés à partir du XIXe siècle dans les hauts fourneaux de la filière indirecte contemporaine en tant que minerai et fondant. Les scories écoulées denses de la métallurgie directe contiennent en effet encore souvent plus de 65 % d'oxyde de fer, leur accordant presque la qualité de matière première. Ce phénomène de grande ampleur a perduré jusque dans les années 1990, jusqu'à la fin de l'âge d'or de la sidérurgie française nationale contemporaine. Cette pratique comme l'érosion des sols - spécialement en montagne - et le réemploi plus ancien des scories amènent à sous-évaluer les productions dans ces estimations.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

présenteraient environ 110 tonnes de fer produit par an (Decombeix *et al.* 1998 ; Decombeix *et al.* 2000 ; Mantenant 2014, p. 326, 357 et 358). De la vallée de la Dure, dans laquelle il prend place, seraient sorties environ 80000 tonnes de fer en ajoutant notamment la production du site de Laprade-Basse à Cuxac-Cabardès (Figure 3). Au moins 3 autres sites d'ampleur comparable sont présents dans le massif (Carraleit à Fontiers-Cabardès, Camp Naout à Saint-Denis, Co d'Espérou à Saint-Denis) avec peut-être des périodes de fonctionnement plus courtes.



Fig. 3 : Une grande partie du ferrier – classique – du Haut-Empire de Laprade-Basse (Cuxac-Cabardès, 11) mise au jour par le niveau bas du lac artificiel de Laprade.

Au plus fort de la production, durant le I^er^ siècle, la Montagne Noire pouvait donc avoir produit environ 550 tonnes de fer par an et certainement plus de 150000 tonnes de fer durant tout le Haut-Empire, la phase de production romaine majeure.

En se fondant sur l'approche menée sur la Montagne Noire et en considérant les données sur les Hautes-Corbières dont les sites ont fonctionné durant un siècle jusque dans la seconde moitié du I^er^ siècle, on peut aussi estimer qu'ici environ 30000 tonnes de fer ont été produites (*Ibid.*, p. 277 et 359). Qu'en est-il du massif du Canigou qui possède au moins 33 centres de réduction de grande ampleur ayant produit entre l'époque tardo-républicaine et la fin du Haut-Empire des tas de déchets qui rassemblent plus de 400000 tonnes de scories ? Suivant le même mode de calcul, dans ce massif, 130000 tonnes de fer auraient été produites durant toute la séquence. Nous sommes là face à des volumes de production gigantesques du même ordre de grandeur que pour la Montagne Noire, voire plus importants (Pagès *et al.* 2022).

Les massifs du Canigou, Hautes-Corbières et Montagne Noire sont des zones de productions importantes, mais par rapport à d'autres espaces de production reconnus en Gaule, quelle ampleur ont-ils ? En Gaule, deux espaces sidérurgiques romains se démarquent aussi par leur gigantisme. En premier lieu la Bourgogne-Franche-Comté (France) où plus de 5000 sites de réduction en partie romains ont été repérés spécialement en Puisaye qui regroupe plus de 2500 de ces sites (Piétak *et al.* 2012 ; Berranger, Leroy et Laurent 2023). Il est possible aujourd'hui d'avancer que cette zone est certainement au moins 10 fois plus importante que les massifs du Canigou, des Hautes-Corbières et de la Montagne Noire réunis. En deuxième lieu, l'Entre-Sambre-et-Meuse (Belgique) où plus de 1 million de tonnes de scories auraient été produites à l'époque gallo-romaine d'après le nombre de sites et le volume de scories recyclées dans les hauts fourneaux depuis le XIX^e^ siècle (Mauer 1960 ; Firket 1976 ; Firket

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

1982 ; Pagès *et al.* 2022). Là aussi, cette zone dépasserait les estimations cumulées des massifs du Canigou, des Hautes-Corbières et de la Montagne Noire. Finalement, la Narbonnaise romaine a donc vu une production de fer majeure qui doit cependant être minimisée par rapport à d'autres espaces de production encore plus gigantesques. En cela, certaines synthèses doivent être relativisées (Mangin 2004, p. 12-14 ; Domergue *et al.* 2006, p. 140). D'autres zones de production sont bien plus importantes en Gaule qui, dans son ensemble, est probablement la région romaine qui a produit le plus de fer dans l'Empire. Elle est d'ailleurs la seule province à disposer de procuratèles financières pour ses *ferrariae* (Sablayrolles 1989b), preuve de l'importance économique de cette activité. En Narbonnaise, l'administration des mines de fer revêtait des régimes variés avec une autonomie vis-à-vis de l'état impérial qui levait cependant un impôt indirect depuis le IIe siècle au moins. Une partie des revenus de l'exploitation du fer revenait aussi au Conseil des Gaules doté de l'*arca ferrariarum* (Sablayrolles 1989b). Comme le souligne Robert Sablayrolles dans une analyse de Strabon, il existe « un lien [...] entre potentialité économique des terroirs et structuration politique et administrative des territoires ». Or l'*arca ferrariarum* du Conseil des Gaules montre que l'exploitation du fer dans le Haut-Empire dépendait plus de pouvoirs privés ou locaux, s'appuyant notamment sur des élites gauloises, que sur le monopole d'État draconien spécialement visible dans l'exploitation de l'or. On peut, dans cette perspective, s'interroger sur le rôle des Cités dans l'exploitation du fer et noter que les centres de production du fer comme les mines du massif du Canigou, des Hautes-Corbières et de la Montagne Noire sont dans des Cités différentes, respectivement dans celles de Ruscino, Narbonne et Carcassonne (Figure 1). On est encore loin de saisir avec précision l'administration de la production sidérurgique d'autant que l'extraction, la réduction du minerai, le commerce en gros sont encore trop souvent pris en compte comme un ensemble alors qu'ils appartiennent à des secteurs d'activités propres et à distinguer ; d'autant aussi que les cadres administratifs ont certainement évolué entre le IIe siècle av. J.-C. et le IIIe siècle. L'intervention, voire la mainmise, de l'état central romain a dû être déterminante au début de l'exploitation du fer dans les phases précoces de mise en place de ces industries qui interviennent au début de la colonisation de la Transalpine. Elle semble moins importante durant le Haut-Empire où l'administration de l'industrie du fer a pu être un « instrument d'intégration dans le système romain » des élites locales en mettant en avant leur reconnaissance et l'affirmation de leur pouvoir par leur influence sur les très importantes exploitations de fer (Sablayrolles 1989b, p. 161).

3 Conclusion

Dans le sud de la Gaule, l'utilisation du matériau fer se démocratise à partir du deuxième tiers du IIe siècle av. J.-C., un demi-siècle avant la conquête de la Transalpine (Pagès 2014, p. 49). Ce processus émarge jusqu'au milieu du Ier siècle av. J.-C. C'est donc dans ce contexte que la métallurgie antique de la Transalpine et de la Narbonnaise prend place, dans un contexte où le matériau fer devient un matériau courant et utilisé dans tous les domaines de la société de manière massive. Cette utilisation massive du fer se fonde sur des productions concentrées basées sur un modèle de production industrielle, loin du simple artisanat (Carnino *et al.* 2023).

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

En effet, la production et de la commercialisation du fer antique s'ancrent dans un marché étendu, régi par des standards, dans lequel s'étend un commerce massif à moyennes et grandes distances, en amont duquel se trouvent des productions primaires gigantesques fondées sur une organisation de tâches répétitives (Pagès *et al.* 2011 ; Pagès *et al.* 2022 ; Pagès et Verna 2022). C'est peut-être là une des avancées majeures qu'offrent 60 ans de recherches archéologiques et archéométriques sur la sidérurgie antique de Narbonnaise.

Bibliographie

Ambert, P., Vaquer, J. (éd.), 2005. La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes, actes du colloque international, Carcassonne, 28-30 septembre 2002, Société préhistorique française, Paris, (coll. « Mémoire de la Société Préhistorique Française »).

Barrouillet, V., Lamy, A., 1986. Mines et fonderies antiques et médiévales du Canigou (Inventaire de la région N-W, S., S-E), Mémoire de Maîtrise, Volume 2, Catalogue, Université de Toulouse II - Le Mirail, Toulouse.

Barrouillet, V., Lamy, A., Mut, G., Pinéda, J.,Siret, A., 1989. « Mines et fonderies antiques et médiévales du Canigou », Perpignan, Université de Toulouse Le Mirail - Ville de Perpignan.

Berranger, M., Bauvais, S., 2020, « Changements sociétaux et évolution de l'économie du fer du Hallstatt D à La Tène D dans le Nord-Est de la France », Bulletin de la Société préhistorique française, 2020, vol. 117 : 641-671.

Berranger, M., Leroy, M., Laurent, H., 2023. « Les zones de production du fer en Bourgogne- Franche-Comté : une approche sur la longue durée par le radiocarbone », Gallia, 2023, vol. 80-2 : 15-48.

Beyrie, A., Sablayrolles, R., Fabre, J.-M., 2000. « Les hommes de fer du dieu Ageio. Exploitation antique du fer dans les Hautes Baronnies (Hautes-Pyrénées) », Mines et métallurgies en Gaule. Recherches récentes, 2000 : 37-52.

Carnino, G., Nègre, V., Pagès, G., Perrin, C., Rivière, F., 2023. « L'artisanat, histoire et enjeux d'une notion », Artefact - Techniques, histoire et sciences humaines, 2023, vol. 19 : 179-202.

Domergue, Cl., 1989. Mines et métallurgie antiques et médiévales de la France méridionale : Recherches récentes, Actes des journées de Perpignan, Perpignan, 1987, Perpignan.

Coustures, M.-P., Béziat, D., Tollon, Fr., 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 galo-roman iron-making sites in France (Les Martys, Montagne noire, and les Ferrys, Loiret) », Archaeometry, 2003, vol. 45 : 599-613.

Decombeix, P.-M., Domergue, Cl., Fabre, J.-M., Gorgues, A., Rico, Chr., Tollon, Fr., 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, 2000, vol. 57 : 23-36.

Decombeix, P.-M., Fabre, J.-M., Tollon, Fr., Domergue, Cl., 1998. « Evaluation 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 », Revue d'Archéométrie, 1998, vol. 22 : 77-90.

Delqué-Kolic, E., Leroy, St., Pagès, G., Leboyer, J., 2017. « The iron bars trade between Mediterranean and Gaul in the Roman period : radiocarbon dating of semi-products from shipwrecks discovered off the coast of Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France) », Radiocarbon, 2017, vol. 59 : 531-544.

Dillmann, Ph., Pérez, L., Verna, C. (éd.), 2011. L'acier en Europe avant Bessemer. Actes du colloque international (Paris, 2005), Toulouse, CNRS/Université de Toulouse-Le-Mirail (coll. Méridiennes, Série « Histoire et Techniques »).

Domergue, Cl., 2008. Les mines antiques : la production de métaux aux époques grecque et romaine, Paris, Picard (coll. « Antiqua »).

Domergue, Cl., 2007. « La sidérurgie extractive en Transalpine et dans la Gaule indépendante à la fin de l'âge du Fer. Essai de mise en parallèle », Bordeaux, Aquitania (coll. « supplément »), vol.14/2.

Domergue, Cl., 1982. Mines et fonderies antiques de la Gaule, Table ronde du CNRS, Toulouse, 1980, Paris, C.N.R.S.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

Domergue Cl., Jarrier C. et Tollon F., 1999, « La métallurgie extractive du fer dans la Montagne Noire (France) à l'époque romaine », Revue Archéologique de Narbonnaise, 1999, vol. 32 : 147-156.

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 », Glux-en-Glenne, Bibracte, Centre archéologique européen (coll. « Bibracte »), vol.12/5.

Domergue, Cl., 2016. « Les bas fourneaux de réduction du fer (Ier s. av. J.-C.) des Martys (Aude, France). Note additionnelle à Martys 2 », Revue Archéologique de Narbonnaise, 2016, n° 49 : 135-148.

Domergue, Cl., 1993. Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire : Le Domaine des Forges (Les Martys, Aube), Paris, C.N.R.S. (coll. « supplément à la Revue Archéologique de Narbonnaise »).

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, 2000, vol. 57 : 3-10.

Dubois, Cl., 1997. « Le site sidérurgique antique de Lercoul (Ariège) », Mélanges C. Domergue n° 1, Pallas, revue d'études antiques, 1997, vol. 46 : 265-268.

Dubois, Cl., 1995. « Métallurgie du fer en Ariège de l'Antiquité au XVIII^e siècle : Le point sur les données archéologiques », Belfort, Vulcain / A.E.D.E.H.

Dubois, Cl., 1990. Archéologie de l'environnement forestier en milieu métallurgique et minier en Ariège : Orientation de recherches diachroniques, DEA, Université d'Aix-Marseille I, Aix-en-Provence.

Dubois, Cl., Guibault, J.-E., 1988. « Relation entre gîtes métallurgiques et techniques d'exploitation minières antiques en Ariège », Paris, C.T.H.S.

Dubois, Cl., Izard, V., Métailié, J.-P., 1994. « Forêt charbonnées et archéologie métallurgique en Ariège (Pyrénées françaises). Une méthodologie interdisciplinaire pour l'histoire de l'environnement », Paris, Les Belles Lettres (coll. « ALUB »), vol. 536.

Fabre, J.-M., 2004. « Les bas fourneau des Martys (Aude) » dans Michel Mangin (ed.), Le fer, Paris, Errance (coll. « Archéologiques ») : 62-63.

Fabre, J.-M., Domergue, Cl., Dabosi, F., 2016. Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013), Montpellier, Edition de l'association de la Revue archéologique de Narbonnaise (coll. « Supplément à la Revue archéologique de Narbonnaise »).

Fabre, J.-M., Polo Cutando, C., Rico, Chr., Villargordo Ros, C., Coustures, M.-P., 2012. « Mineria y siderurgia antigua en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara). Nuevos avances de la exploitacion del hierro en época antigua (siglos II a. C. - II d. C.) » dans A. Orejas et Chr. Rico (eds.), Mineria y metallurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue, Madrid, Casa de Velázquez (coll. « de la Casa de Velázquez ») : 43-62.

Fabre, J.-M., Sablayrolles, R., Tollon, Fr., 2001. « L'exploitation antique du fer dans le haut bassin de l'Arros (Hautes-Pyrénées). Données techniques » dans Robert Sablayrolles (ed.), Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité, Saint-Bertrand-de-Comminges, musée archéologique départemental (coll. « Entretien d'Archéologie et d'Histoire de Saint-Bertrand-de-Comminges ») : 119-139.

Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon (ed.), 1977. Mines et mineurs en Languedoc et régions voisines de l'Antiquité à nos jours. Actes du XLIX^e congrès de la Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon, Avec le concours du CNRS, Montpellier.

Firket, A., 1982. Carte et notice de la production, de la circulation, de la consommation des minerais et de la production des métaux en Belgique pendant l'année 1878, Bruxelles, Institut de cartographie militaire et Annales des travaux publics de Belgique.

Firket, A., 1976. Carte et notice de la production de la consommation et de la circulation des minerais de fer, de sinc, de plomb et des pyrites en Belgique pendant l'année 1871, Bruxelles, Etablissement géographique de Bruxelles et Annales des travaux publics de Belgique.

Gourdiole, R., Landes, Chr., 1998. « La transalpine minière : des Monts d'Orb au bassin de Lodève » dans Laurent Schneider et Dominique Garcia (eds.), Carte archéologique de la Gaule : le Lodévois (34/1), Paris, Fondation Maison des Sciences de l'Homme : 53-66.

Izard, V., 1999. Les montagnes du fer : Eco-histoire de la métallurgie et des forêts dans les Pyrénées méditerranéennes (de l'Antiquité à nos jours), pour une histoire de l'environnement, Doctorat de Géographie, Université de Toulouse II.

Izard, V., 1994. « Cartographie successive des entreprises métallurgiques dans les Pyrénéens nord catalanes ; support préliminaire à l'étude éco-historique des forets charbonnées », Archéologie du Midi Médiéval, 1994, vol. 12 : 115-129.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

Izard, V., Mut, G., 2007. « Mines, forges et charbonnières dans le massif du Canigou. Problèmes de transition entre les industries antiques et les indices du renouveau carolingien », Domitia, 2007, vol. 8/9 : 121-135.

Jarrier, C., Domergue, Cl., Pieraggi, B., Ploquin, A., Tollon, Fr., 1995. « Caractérisation minéralogique, géochimique et métallurgique des résidus de réduction directe, d'épuration et de forge du centre sidérurgique romain des Martys (Aude, France) », Revue d'Archéométrie, 1995, vol. 19 : 49-61.

Leroy, St., 2010. Circulation au Moyen Âge des matériaux ferreux issus des Pyrénées ariégeoises et de la Lombardie. Apport du couplage des analyses en éléments traces et multivariées, Université de technologie de Belfort Montbéliard, Belfort.

Leroy, St., Cohen, S. X., Verna, C., Gratuze, B., Téreygeol, Fl., Fluzin, Ph., Bertrand, L., Dillmann, Ph., 2012. « The medieval iron market in Ariège (France). Multidisciplinary analytical approach and multivariate analyses », Journal of Archaeological Science, 2012, vol. 39 : 1080-1093.

Mangin, M., 2004. Le fer, Paris, Errance (coll. « Archéologiques »).

Mantenant, J., 2014. Montagnes métallifères de Gaule méditerranéenne. Approche archéologique et historique de la production des métaux en Languedoc occidental du début du second âge du Fer à la fin de la période romaine (IVe s. av. n. è. - Ve s. de n. è.), Thèse de doctorat, Université de Toulouse 2 - Le Mirail, Toulouse.

Mauer, J., 1960. « L'industrie du Fer à travars les âges dans les cantons de Couvin et Chimay », Au pays des Rièzes et des Sarts. Annales d'histoire locale, 1960, vol. 3 : 99-104.

Meunier, E., 2023. L'exploitation minière dans le sud-ouest de la Gaule entre le second âge du Fer et la période romaine. Le district de l'Arize dans le contexte régional, Bordeaux, Ausonius éditions (coll. « collection DAN »).

Mut, G., Kotarba, J., 2007. « Les activités métallurgiques d'époque romaine dans les Pyrénées-Orientales » dans J. Kotarba, G. Castellvi et F. Mazière (eds.), Carte archéologique de la Gaule : les Pyrénées-Orientales (66), Paris, Fondation Maison des Sciences de l'Homme : 141-155.

Pagès, G., 2008. La métallurgie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen Âge : jalons d'une approche interdisciplinaire, Thèse de doctorat, Université Montpellier III – Paul-Valéry, Montpellier.

Pagès, G., 2018. « Compte rendu de lecture « Jean-Marc Fabre, Claude Domergue, Francis Dabosi 2016, Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts, 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013), supplément n°43 à la revue archéologique de Narbonnaise » », Revue Archéologique, 2018, n° 66 : 439-441.

Pagès, G., 2014. « Productions, commerces et consommation du fer dans le sud de la Gaule de la Protohistoire à la domination romaine », Gallia, 2014, vol. 71/2 : 47-67.

Pagès, G., 2010. 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 »).

Pagès, G., Dillmann, Ph., Fluzin, Ph., 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 », Journal of Archaeological Science, 2011, vol. 38 : 1234-1252.

Pagès, G., Dillmann, Ph., Vega, E., Berranger, M., Bauvais, S., Long, L., Fluzin, Ph., 2022. « Vice-versa : the iron trade in the western Roman Empire between Gaul and the Mediterranean », PLOS One, 2022, vol. 17/5.

Pagès, G., Verna, C., 2022. « L'invention de l'industrie antique et médiévale », Artefact. Techniques, histoire et sciences humaines, 2022, vol. 17 : 243-264.

Piétak, J.-P., Leroy, M., Le Carlier, C., Merluzzo, P., 2012. « Nouvelles données sur l'importance des vestiges de sidérurgie ancienne en Puisaye », Revue Archéologique de l'Est, 2012, vol. 61 : 117-131.

Polo Cutando, C., Villagordo Ros, C., 2007. « L'exploitation du fer en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara, Espagne) aux III^{e}- I^{er} s. a.C. », Bordeaux, Aquitania (coll. « supplément »), vol.14/2.

Rancoule, G., Solier, Y., 1977. « Les mines antiques des Corbières audoises », Montpellier.

Sablayrolles, R., 2001. Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité, Saint-Bertrand-de-Comminges, musée archéologique départemental (coll. « Entretien d'Archéologie et d'Histoire de Saint-Bertrand-de-Comminges »).

Sablayrolles, R., 1989a. « Six années de recherches à Saint-Denis (Aude) », Perpignan, Université de Toulouse Le Mirail – Ville de Perpignan.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

Sablayrolles, R., 1989b. « L'administration des mines de fer en Gaule Romaine », Madrid, Ministerio de Cultura, vol.2.

Sablayrolles, R., 2001. « Pyrénées antiques : l'irréalisable puzzle » dans M. Berthe et B. Cursente (eds.), Villages pyrénéens : Morphogénèse d'un habitat de montagne, Presses universitaires du Midi, Toulouse, (coll. « Meridiennes ») : 55-71.

Sanchez, G., Pagès, G., Roure, R., 2023. « Enfin un site de production du fer chez les Gaulois du Midi : premier aperçu de l'atelier de réduction des Érables à Combaillaux (Hérault, France) » dans L. Valdés, V. Cicolani et E. Hiriart (eds.), Actes du 45eme colloque international de l'AFEAF L'Europe des matières premières au Ier Millénaire av. n. è. Exploitation, transformation, diffusion, Gijón (Espagne, 2021), Paris, éd de l'AFEAF (collection Afeaf n° 5) : 289-293.

Sánchez-Palencia, F. J., 2012, « Introducción » dans A. Orejas et Chr. Rico (eds.), Mineria y metallurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue, Madrid, Casa de Velázquez (coll. « de la Casa de Velázquez ») : 43-62.

Verna, C., Dillmann, Ph.,Téreygeol Fl., 2006, « Premières analyses métallographiques des produits sidérurgiques trouvés sur le site médiéval de Castel-Minier (Aulus-les-Bains, 09) », ArcheoSciences revue d'archéométrie, 2006, vol. 30 : 36-43.

Verna, C.,Dillmann, Ph., 2018, « Histoire des techniques médiévales et culture matérielle » dans L. Bourgeois, D. Alexandre-Bidon, L. Feller, P. Mane, C. Verna et M. Wilmart (eds.), La culture matérielle, un objet en question. Anthropologie, archéologie et histoire, Actes du colloque international de Caen (2015), Caen, Publications du CRAHAM – Presses universitaire de Caen.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984