

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/292398892>

Mines et métallurgies en Gaule à la fin de l'âge du Fer et à l'époque romaine

Article · January 2006

CITATIONS

11

READS

3,238

5 authors, including:



Vincent Serneels

Université de Fribourg

153 PUBLICATIONS 663 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Béatrice Cauuet

French National Centre for Scientific Research

45 PUBLICATIONS 120 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Peuplement humain et paléoenvironnement en Afrique - projet Falémé [View project](#)



EBSO on Iron Oxides [View project](#)

Mines et métallurgies en Gaule à la fin de l'âge du Fer et à l'époque romaine

Claude DOMERGUE, Vincent SERNEELS, Béatrice CAUJET,
Jean-Marie PAILLER, Simon ORZECOWSKI

Claude DOMERGUE est Professeur émérite, membre de l'Unité Toulousaine d'Archéologie et d'Histoire (UTAH), université de Toulouse-Le Mirail (CNRS - UMR 5608). Il travaille plus spécialement sur les mines et métallurgies antiques, principalement à l'époque romaine, dans la péninsule Ibérique et le sud de la France. Actuellement, il travaille plus spécialement sur le commerce des métaux et les questions de provenance. Il est notamment l'auteur des Mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine (collection de l'École française de Rome, vol. 127, 1990) ; co-éditeur (avec J.-M. Blazquez et P. Sillères) et co-auteur de La loba (Fuenteovejuna, Cordoue, Espagne). La mine et le village minier antiques (Ausonius-Publications, 2002).

Vincent SERNEELS travaille au Département de Géosciences de l'université de Fribourg (Suisse), dans le groupe de recherche d'archéométrie. Ses travaux portent essentiellement sur l'étude au laboratoire des scories et autres déchets de la métallurgie du fer et, plus largement, sur le rôle des métaux et l'organisation des industries minières et métallurgiques dans les sociétés anciennes.

Béatrice CAUJET est Chargée de recherche au CNRS (UMR 5608, Toulouse) et responsable de l'Axe "Histoire et archéologie du métal" de l'UTAH. Elle est spécialiste en archéologie minière et métallurgique des époques préromaines et romaines, avec comme terrain d'application privilégié, ces quinze dernières années, le Limousin et ses mines d'or gauloises révélées par des programmes de fouilles programmées et préventives. Ces dernières années, elle a dirigé des missions d'inventaire et d'exploration de mines d'or pré-romaines et romaines au Pays de Galles (site de Dolaucothi) et dans l'Ardenne belge. Depuis 1999, elle dirige une mission archéologique internationale en Roumanie sur les mines d'or et d'argent de la Dacie romaine à Rosia Montana (N-O Roumanie). Depuis 2003, B. Caujet s'est intéressée aux mines anciennes du Morvan et est responsable, en 2005, d'un programme sur les mines antiques de la cité des Éduens au sein des programmes de Bibracte. Elle travaille actuellement sur deux monographies concernant les sites miniers majeurs du Limousin et à des synthèses sur les mines d'or antiques de la Gaule et d'Europe.

Jean-Marie PAILLER est Professeur d'Histoire Ancienne (Antiquités nationales) à l'université de Toulouse II-Le Mirail, membre de l'Institut Universitaire de France et membre de l'UTAH (CNRS - UMR 5608). Il a principalement fouillé en France (notamment sur le site sidérurgique des Martyrs, Aude), en Italie, en Tunisie et en Espagne. Il est l'auteur notamment de Bacchanalia (EFR, 1988) ; Bacchus : Figures et pouvoirs (les Belles Lettres, 1995) ; Les mots de la Rome antique (PUM, 2002) ; Tolosa : Nouvelles recherches sur Toulouse antique et son territoire (EFR, 2002) et de nombreux articles scientifiques, dont le dernier : Quand l'argent était d'or. Paroles de Gaulois (Gallia 2006, sous presse).

Simon ORZECOWSKI est Maître de conférence d'Archéologie et l'Histoire à l'université de Kielce (Pologne), spécialiste de la sidérurgie antique de la montagne Sainte-Croix (Pologne) : techniques, population, aspects socio-économiques.

RÉSUMÉ

On présente d'abord un bilan de l'activité minière en Gaule, à l'époque gauloise et après la conquête romaine. À la première période, l'exploitation de l'or (Limousin) et du fer (centre et centre-ouest) a été importante, celle du plomb-argent et du cuivre beaucoup moins. À l'époque romaine, les mines d'or du Limousin sont stoppées ; les mines de fer se développent, celles de plomb-argent et de cuivre également, mais moins. L'étain reste un problème pour les deux périodes, malgré les traces d'exploitation romaine en Bretagne. Subsistent aussi des inconnues : les mines "anciennes" qui sont encore mal datées et peuvent révéler des surprises. Globalement cependant, l'activité minière a été plus forte à l'époque romaine qu'à l'époque gauloise.

Le niveau technique des mines (*cf.* Limousin) et des métallurgies gauloises (*cf.* centres sidérurgiques de l'Yonne et de la Sarthe) a été élevé. Les mines gallo-romaines ont sûrement bénéficié du savoir-faire acquis par les mineurs gaulois. Le point de vue est un peu différent si on considère globalement l'art des mines romain : de quelles techniques typiquement gauloises s'est-il enrichi ? L'art des mines en général est d'abord constitué d'un savoir-faire ancestral, dont l'origine reste obscure : on le fait remonter aux mines de silex néolithiques. Le cas est différent lorsqu'il s'agit de techniques spécifiques dont on peut établir le lieu et la date d'origine. On peut ainsi s'interroger sur la possible origine gauloise (ou celtique) du travers-banc d'exhaure, de telle méthode de boisage, de l'exploitation hydraulique de gisements alluviaux ou de tel type de fourneau de réduction du fer.

Toute production suppose une organisation. Le développement des mines après la conquête doit beaucoup à l'organisation romaine, que révèlent à la fois l'archéologie (Montagne Noire, Morvan) et l'épigraphie (*ferrariae*). Une organisation gauloise antérieure semble aussi transparaître dans des toponymes ou des noms de magistrats gallo-romains.

ABSTRACT

First of all we present an assessment of mining activity in Gaul, in the Gaulish period and after the roman conquest. In the first period, the working of gold (Limousin) and iron (centre and west centre) was important, the mining of lead-silver and copper a lot less so. In the roman period, the gold mines of Limousin were closed; the iron mines developed, the lead-silver and copper mines also developed, but not to the same extent. Tin remains a problem for both periods, in spite of traces of roman tin works in Brittany. There are also unknown mines: "ancient" workings which are still poorly dated and may reveal surprises. Overall however, mining activity was stronger in the roman period than it was in the Gaulish period.

The technical level of mining (*cf.* Limousin) and metallurgy (*cf.* Iron and steel centres of the Yonne and the Sarthe) was high. The gallo-roman mines undoubtedly benefited from the established skills of Gaulish mining. The viewpoint is a little different if we look at the roman art of mining overall. Which were the typically Gaulish techniques that enriched it? The art of mining in general is first and foremost an ancestral skill, whose origins remain obscure: it is assumed to date back to Neolithic flint mining. This is not the case when it comes to specific techniques for which a place and date of origin can be established. We can examine the possible Gaulish (or Celtic) origin of cross-cut water extraction, a particular method of timbering, the hydraulic working of alluvial deposits or a particular type of iron reducing furnace.

All production involves organisation. The development of mining after the conquest owes a lot to roman organisation, and this is shown both by archaeology (Montagne Noire, Morvan) and epigraphy (*ferrariae*). An earlier Gaulish organisation also seems to show through in the place names or names of gallo-roman officials.



Nous prenons en compte ici la Gaule de la fin de l'âge du Fer, telle que la représente le livre IV de la *Géographie* de Strabon : un vaste territoire, compris entre l'Océan Atlantique, la mer du Nord, le Rhin, les Alpes, la Méditerranée, les Pyrénées. Il est occupé principalement par des Celtes, à l'exception de la partie comprise entre la Garonne et les Pyrénées, habitée par les Aquitains. À la fin de l'âge du Fer, ces peuples sont globalement de culture Laténienne. La partie sud-est est marquée depuis longtemps par ses contacts avec les civilisations méditerranéennes et devient province romaine à partir de la fin du II^e s. av. J.-C.

C'est dans ce cadre que nous avons choisi d'examiner ce qu'a pu être la part de l'héritage celtique – ou "laténien" – dans l'art romain des mines et de la métallurgie extractive. Les techniques utilisées pour la fabrication des objets en métal, c'est-à-dire la métallurgie dite de transformation par opposition à la métallurgie extractive, ne seront pas abordées dans cette contribution. Le territoire considéré ne manquait pas de gisements métallifères, même si Strabon le dit moins riche dans ce domaine que l'Ibérie voisine. Des recherches récentes font qu'aujourd'hui on connaît mieux, et parfois avec précision, les mines gauloises. Il s'agira d'abord d'apprécier l'importance et la nature de ces dernières par rapport à la période romaine, ensuite d'examiner si l'art des mines et de la métallurgie des Gaulois a pu marquer celui des Romains : *Num Gallia capta cepit ferocem victorem* ? Nous verrons qu'il est relativement plus aisé de discuter cette possibilité à propos des techniques, tandis que les structures d'organisation de la production, qui ont sûrement existé dans le monde gaulois, ne sont plus sensibles dans la Gaule romaine au dernier siècle de la République et sous le Haut-Empire, sauf peut-être à l'état de traces, par exemple dans la toponymie ou dans le nom de certaines magistratures civiques encore attestées à l'époque romaine.

GÉOGRAPHIE MINIÈRE DE LA GAULE À LA FIN DE L'ÂGE DU FER ET À L'ÉPOQUE ROMAINE

Les métaux jouent un grand rôle dans la Gaule de la fin de La Tène. Les textes, certains toponymes, l'archéologie, les expositions (Duval, Heude 1983 ; Mohen, Olivier 1989 ; etc.) le montrent à l'environnement. Les peuples ont leur monnayage : statères d'or, billons d'alliages cuivreux, mon-

naies de bronze, pièces d'argent. Les Gaulois, dit Strabon (IV, 4, 5), se couvrent d'objets en or, torques et bracelets (Diodore, V, 27, 3-4). L'autre métal précieux, l'argent, semble avoir moins eu leur faveur (Molière 2002, p.182-192), sauf sous forme d'objets importés du monde méditerranéen et de monnaies, et le plomb, dont la production accompagne communément celle de l'argent, apparaît bien rarement dans les habitats. Les objets en bronze – bijoux (torques et fibules), casques, chaudrons – sont fréquents, à l'exception de la statuaire. Mais le métal le plus abondant est sans nul doute le fer : armes, outils d'artisans et de laboureurs, mors et harnais de chevaux, longs clous pour l'armature des murailles du type *murus gallicus*, objets domestiques (jusqu'aux chenets comme ceux de Boé dans le Lot-et-Garonne, pesant chacun plus de 50 kg : Boudet 1996).

Pour fabriquer ces objets, il a fallu des métaux, que les Gaulois pouvaient se procurer de trois façons :

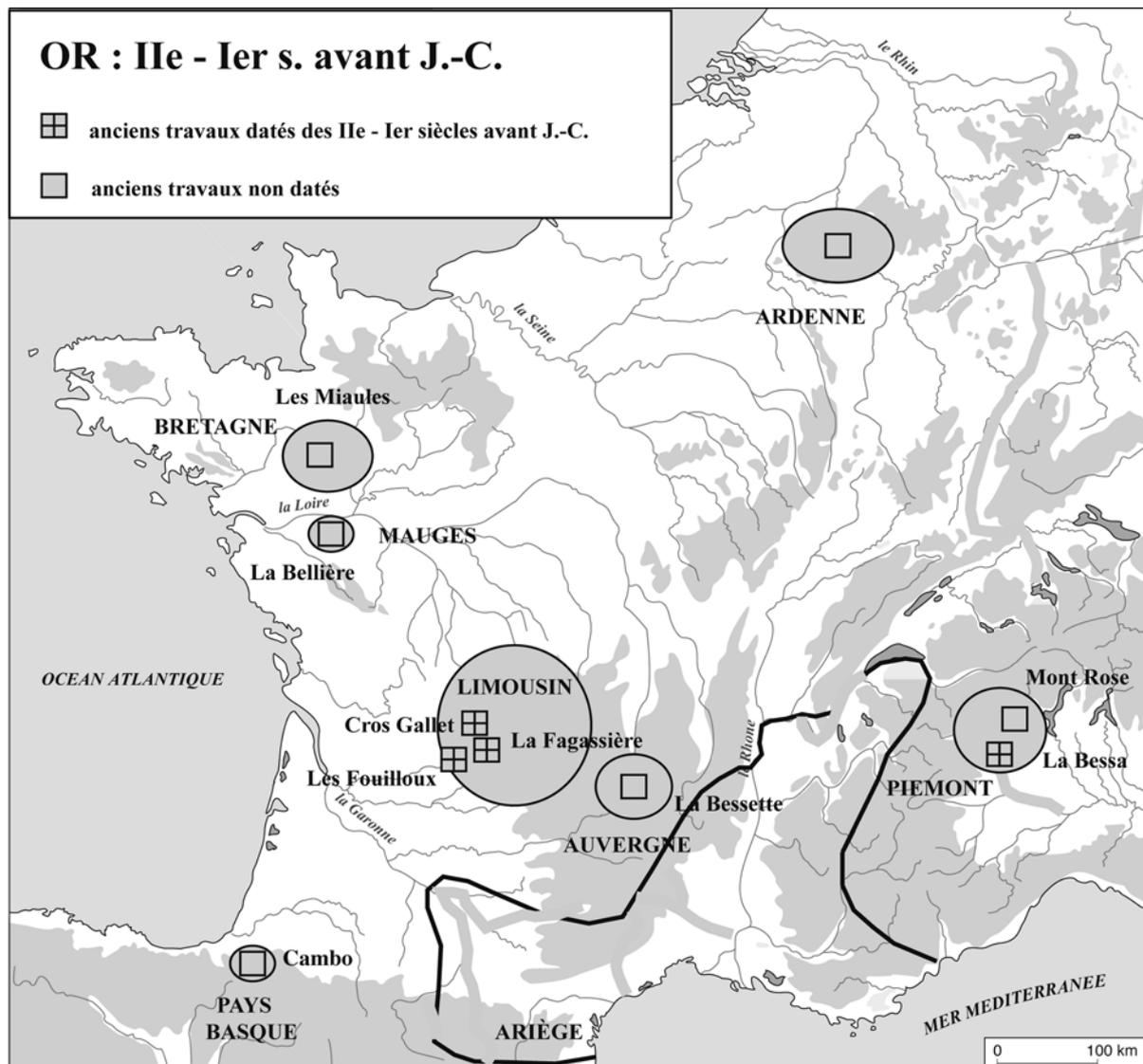
- Par le recyclage d'objets plus anciens, en particulier pour l'or et le bronze. Mais, pour le fer, c'est plus problématique : la corrosion, l'entretien des armes et des outils diminuent le stock de métal disponible, et le recyclage est difficile. D'autant qu'à l'époque de La Tène, le fer en Gaule était loin d'être aussi abondant qu'il le deviendra progressivement jusqu'à l'époque romaine (Serneels 2004) ;
- Par les échanges, mais on sait peu de chose sur le sujet pour cette période, sinon qu'au moins pour le fer, ils existaient : les "*Doppelspitzbarren*", et surtout les barres allongées – "*currency bars*" et autres (Doswald 1994) – circulaient dans le monde laténien, mais on ne sait pas dans quels sens. Quant aux lingots de plomb ibériques de l'épave de l'île Brescou près d'Agde (Parker 1992, n° 16) et aux lingots d'étain de l'épave Bagaud II (fin II^e/début I^{er} s. : Long 1987), ils sont sans doute à rattacher au commerce méditerranéen ;
- Par la production minière. Nous sommes quelque peu renseignés là-dessus, et c'est le thème de notre contribution. À la fois pour apprécier l'importance des mines et des métallurgies laténiennes de Gaule et pour pouvoir comparer les deux périodes, nous dresserons les inventaires respectifs de l'état de l'activité minière à la fin de La Tène et à l'époque romaine (Domergue, Leroy 2000 ; Domergue 2004).

L'or (ill. 1 et 2)

L'orpaillage dans le lit des cours d'eau aurifères ne laisse pas de trace, mais c'est la manière la plus immédiate de se procurer de l'or et l'on peut supposer que les rivières des Pyrénées (Ariège, Salat), et des Cévennes (Gardons), celles de Bretagne et le Tarn "aux sables d'or" (Ausone, *Mosella*, v.465) ont été exploitées de la sorte tout au long des périodes considérées. Entre autres rivières, Diodore (V,26-27) le suggère pour le Rhône (cf. ci-dessus ses affluents cévenols) et pour le Rhin. Par ailleurs, l'orpaillage est historiquement attesté sur le Rhin, en aval de son confluent avec les rivières

qui descendent des Alpes suisses ainsi qu'entre Bâle et Mayence (Lehrberger 1995, p. 123-125).

À l'époque préromaine, Posidonius (Strabon, IV, 2, 1) mentionne des mines d'or, en roche, semble-t-il, d'après le verbe employé (*oruttein*), dans les Pyrénées Occidentales, chez les *Tarbelli*. Aujourd'hui, la prospection archéologique y ajoute, près de Cambo-les-Bains, l'exploitation hydraulique de dépôts alluviaux anciens, avec des techniques qui rappellent celles du nord-ouest de l'Espagne sous le Haut-Empire romain, mais actuellement ces travaux ne sont pas datés (Cauet 2001, p.32-40 ; 2005, p.251-253). La découverte des mines gauloises du Limousin est l'événement de ces dernières

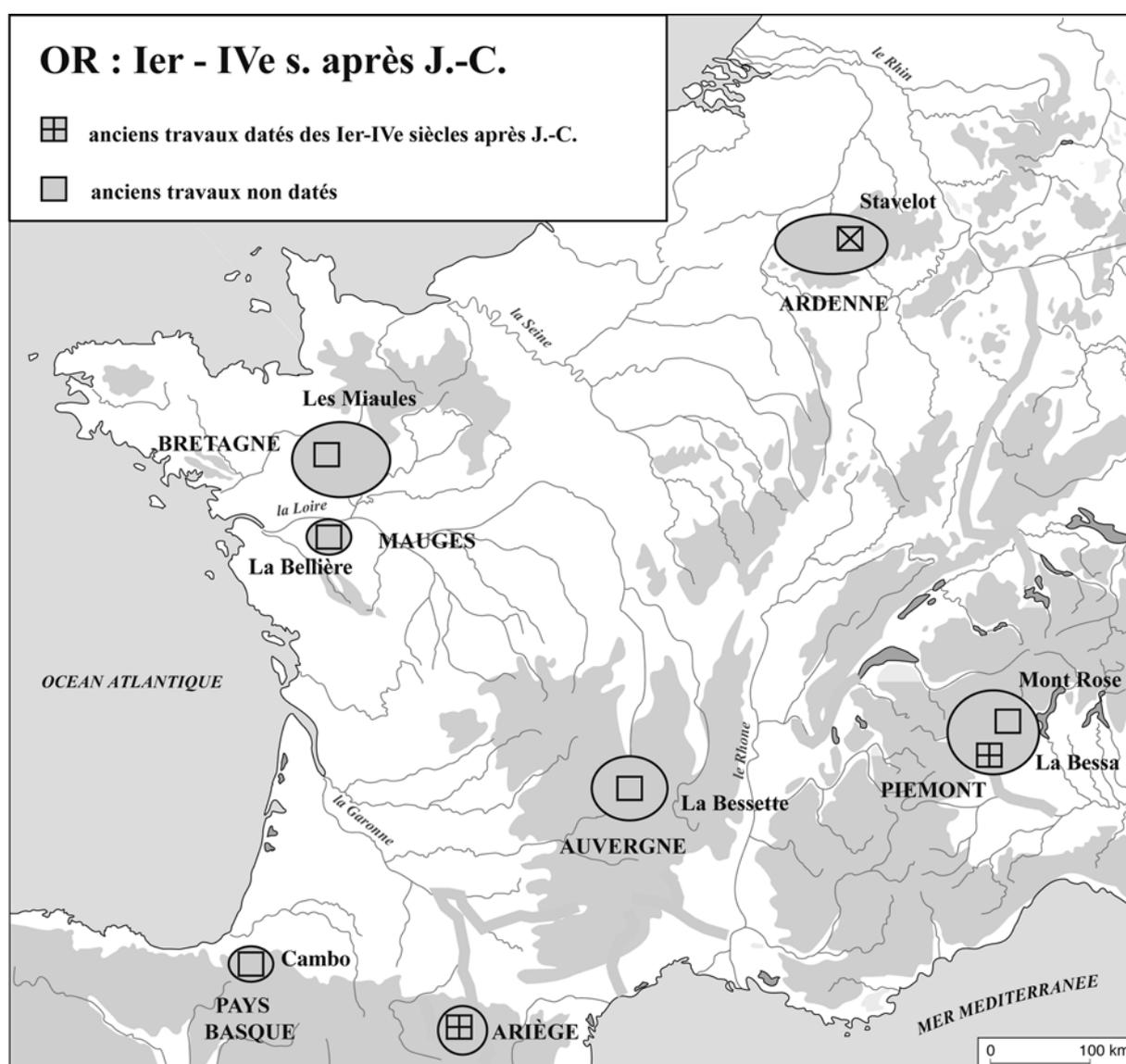


1. Les mines d'or en Gaule à l'époque gauloise (V. Serneels del.).
Seules les rivières aurifères mentionnées dans les sources écrites ont été reportées.

années ; ces mines en roche sont remarquables par leur cohérence, la durée de leur exploitation (ve-1er s. av. J.-C.) et la maîtrise technique tant des mineurs que des métallurgistes (Cauuet 1995 ; 1999a ; 2001 ; 2004). On en compte plus de mille, concentrées dans quatre départements (Dordogne, Haute-Vienne, Corrèze, Creuse) ; trois d'entre elles, sont particulièrement bien connues : Cros Gallet (La Tène ancienne et moyenne), La Fagassière et les Fouilloux (La Tène moyenne et finale). Dans cette même région, ont aussi été repérés des travaux en alluvion, imprécisément datés. Enfin, en Bretagne, le filon aurifère des Miaules a sans doute été exploité dans l'Antiquité, mais sans qu'on puisse dire à

quelle époque précisément (Aubin 1999, p.415 ; Cauuet 2005, p.242-243). D'une façon globale, le lien entre le monnayage en or des peuples d'Armorique (Barrandon, Aubin 1994, p.266-267) – et plus globalement de la Gaule – et le métal éventuellement produit par l'exploitation des filons aurifères régionaux, n'est toujours pas élucidé.

Avec l'occupation romaine, les mines du Limousin sont brusquement stoppées. Néanmoins, dans les Mauges (La Bellière, Maine-et-Loire) et dans la Sarthe, de petites mines en roche semblent avoir été exploitées à l'époque gallo-romaine, de même que dans l'Ariège au III^e-IV^e s. ap. J.-C. (Cauuet 2001, p.41-48).



2. Les mines d'or en Gaule à l'époque romaine (V. Serneels del.).
Seules les rivières aurifères mentionnées dans les sources écrites ont été reportées.

D'autres travaux anciens, entre autres en Auvergne (par exemple à La Bessette : Cauuet 2005, p.250-251) et dans l'Ardenne belge (massifs du Serpont et de Stavelot) sont encore mal datés. Dans cette dernière région, subsistent les restes de vastes lavoirs d'alluvions aurifères ainsi que des centaines de "tertres d'orpaillage", dont les premiers essais de datation manquent encore de précision ; mais, un ¹⁴C effectué sur un fragment de cadre de boisage recueilli dans une galerie de la mine à ciel ouvert du Crô des Massotais a fourni une date du III^e-V^e s. ap. J.-C. (Cauuet 2005, p.254-257).

Avant la conquête, les ressources en or de la Gaule semblent avoir été intensément exploitées. Sous la domination romaine, on perçoit un certain ralentissement de l'activité. Le rôle de la Gaule pour la production d'or au cours de l'âge du Fer paraît avoir été réellement important. Curieusement, dans le monde romain, la Gaule semble perdre ce rôle.

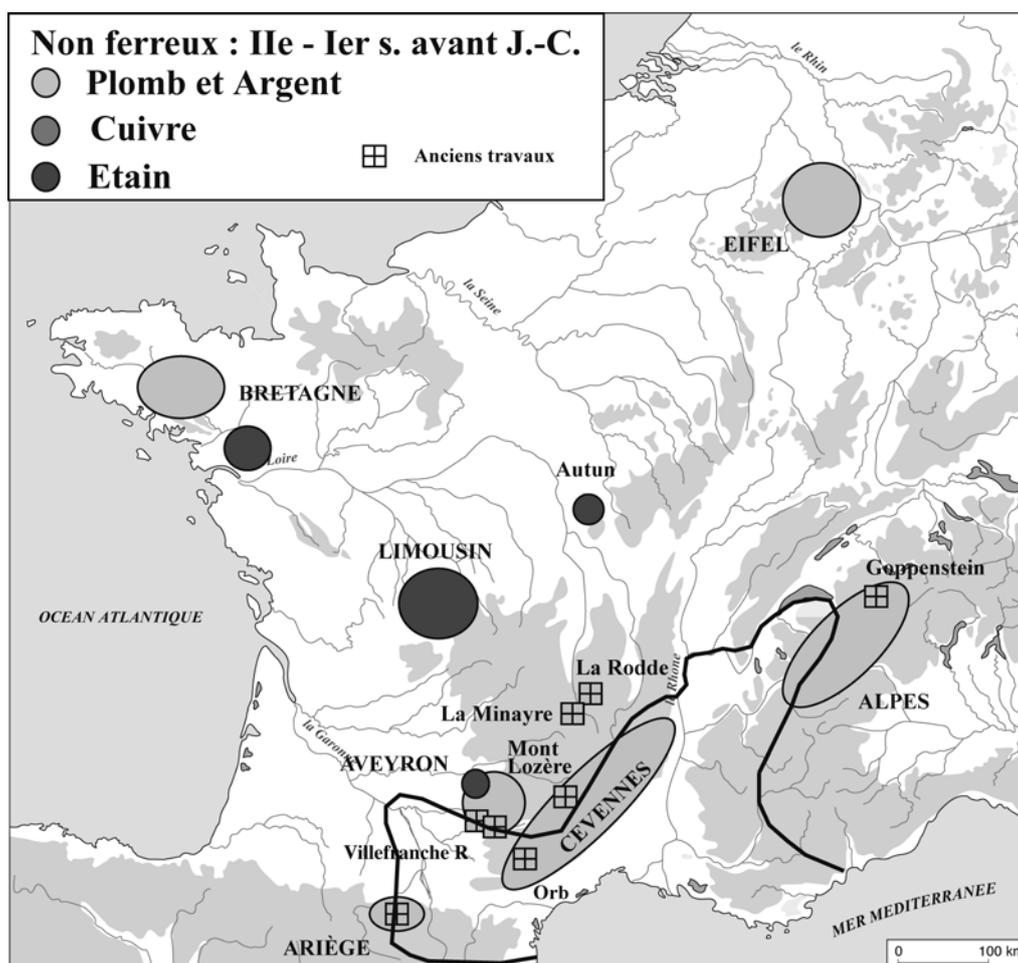
L'argent et le plomb (ill. 3 et 4)

Comme on le sait, ces deux métaux sont liés puisque généralement la galène, principal minerai de plomb, est argentifère. On ne dispose que de peu d'informations archéologiques sur l'exploitation des gîtes plombifères de Gaule à l'époque pré-romaine, malgré le témoignage de Posidonius recueilli par Strabon (IV, 2, 2) sur les mines d'argent des Gabales et des Rutènes. Néanmoins, en Auvergne, l'exploitation de filons de plomb argentifère est datée à La Minayre (Lubilhac, Haute-Loire) de La Tène D2 par la céramique et à La Rodde (Ailly, Haute-Loire) par des datations ¹⁴C effectuées sur des boisages du premier et du second âge du Fer (Vialaron 1999, p. 72 et 116-117 ; Cauuet, Domergue, Urteaga 2005, p. 432-436). Il y a peut-être des indices dans le Mont Lozère, chez les Gabales (Ploquin *et al.* 2003, p.642) et dans les Pyrénées centrales (massif du Montaigu, Haute-Garonne : recherches de J. Girard en cours). Les études sur les monnayages d'argent, par exemple celui des Coriosolites, en Bretagne, suggèrent, au vu des analyses, l'exploitation des petites mines de la région (Gruel, Gale 1982), et on a invoqué quelques indices en faveur de l'activité de certaines d'entre elles à cette époque (Galliou 1982, p.21-22). Les mines de l'Eifel semblent aussi alors connaître un début d'exploitation (von Petrikovitz 1958 ; Körlin, Gechter 2003, p.248).

Les gisements vosgiens n'ont pas été touchés (Fluck 1993, p.287), pas plus, apparemment, que ceux des Alpes, à l'exception, semble-t-il, de celui de Goppenstein (Valais, Suisse : Guénette-Beck 2005) ou de la bordure cévenole. Pour l'instant donc, l'exploitation du plomb et de l'argent ne semble pas avoir intéressé fortement les Gaulois et cela correspondrait à ce que nous avons dit plus haut de l'usage de ces métaux en Gaule. Par ailleurs, il faut bien reconnaître que la richesse en gîtes d'argent de la Gaule reste bien inférieure à celle de la péninsule Ibérique.

L'époque romaine marque un changement assez sensible. Dans le Midi d'abord, où dès la fin du II^e et du début du I^{er} s. av.J.-C., les mines de la *Provincia*, ou proches de la *Provincia*, sont mises en exploitation (Ambialet, Tarn : Lautier 1975, p.84-89 ; Villefranche-de-Rouergue, Aveyron : Daubrée 1881, p.205 ; Morasz 1989) et cela dans le cadre romain, au moins pour celles de la haute vallée de l'Orb, comme en témoigne la *Societas Argentifodinarum Rotonensium* mentionnée sur les tessères de Lascours (Gourdiolle, Landes 1998, p.57-61). Puis, sous l'Empire, la mise en valeur s'étend dans les Cévennes, par exemple dans la région de Vialas (Gard) et du Bleygard, en Lozère (Prassl 1997). Elle se poursuit dans les mines d'Auvergne déjà signalées au paragraphe précédent, auxquelles on ajoutera Pontgibaud (Puy-de Dôme : Marconnet, à paraître) et les indices du Kaymar au nord de Rodez dans l'Aveyron (Abraham 2000).

Les Vosges continuent d'être ignorés, mais plus au nord, dans le massif schisteux rhénan, aux confins de la Gaule Belgique et des Germanies, les mines de plomb de l'Eifel (Mechernich, Stolberg) ainsi que celles qui se trouvent sur la rive droite du Rhin près de Cologne – Lüderich/Rosrath et Sibengebirge (Körlin, Gechter 2003) – sont travaillées, parfois avec des indices d'extraction d'argent (Wiesloch, près de Heidelberg ; Rosrath). Il semble même que, dans le cours supérieur de la Lippe, à près de 60 km à l'est du fleuve, dans un territoire qui, sous Auguste, fut un temps (entre 12 av. J.-C. et 9 ap. J.-C.) sous contrôle romain avant de retourner dans la *Germania libera*, les gisements du Sauerland, à Brilon et à Ramsbeck (Westphalie) aient été brièvement, mais intensément exploités, d'abord sans doute dans le cadre d'un district impérial (Rothenhöfer 2003a et b ; 2004 ; Bode *et al.* 2003). Entre autres cargaisons de lingots de plomb, celle de l'épave de



3. Les mines de plomb-argent, cuivre et étain en Gaule à l'époque gauloise (V. Serneels del.).

Rena Maiore, sur la côte nord de la Sardaigne, semble attester l'importance de cette production : ils portent l'estampille moulée AVGVSTI. CAESARIS. GERMANICVM, qui les date de l'époque d'Auguste et ne peut concerner que le (*plumbum*) *Germanicum* (Riccardi, Genovesi 2002).

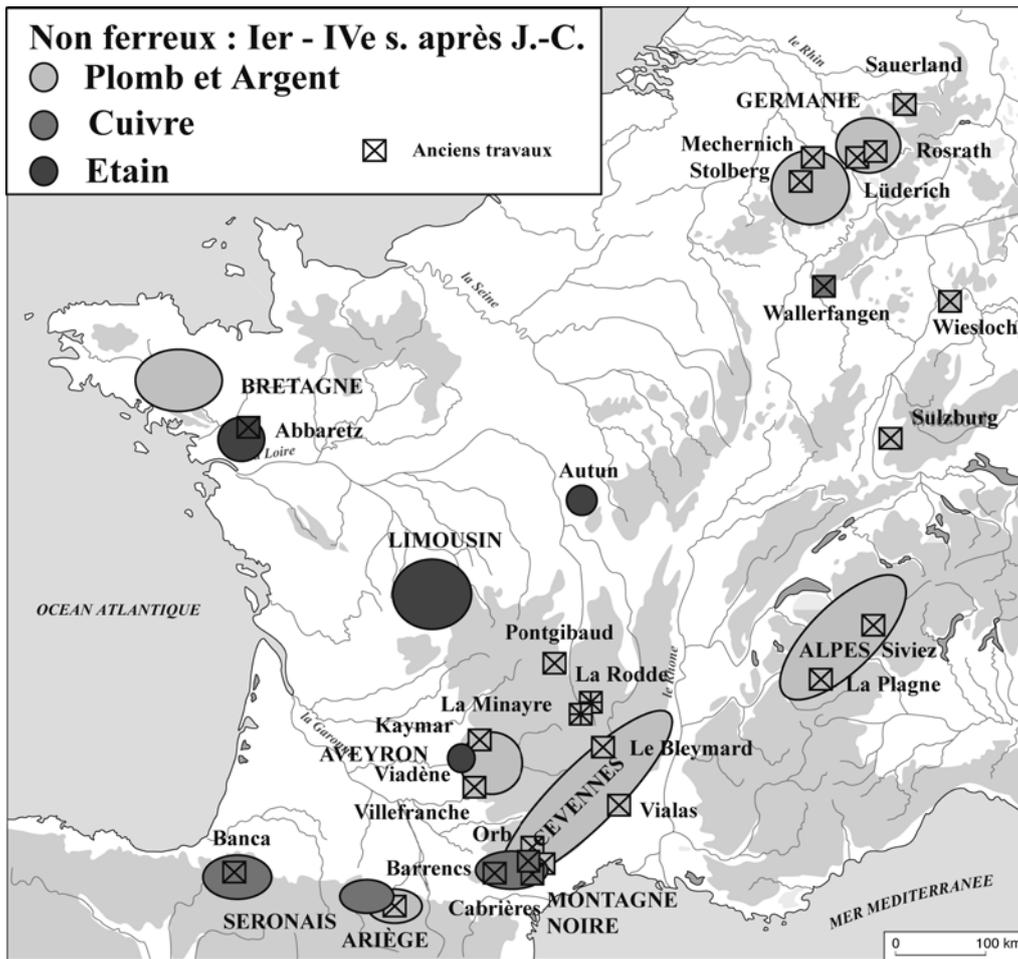
Dans les Alpes, sont à signaler les témoignages d'exploitation de Mâcot-La Plagne en Haute-Savoie (Gimard 1987), et de Siviez dans le Valais, en Suisse (Guénette-Beck 2005).

Pratiquement partout où cela était possible sur le territoire de la Gaule, les Romains ont exploité les mines de plomb et d'argent. Là où des mines plus anciennes existaient, on observe une intensification. Dans certaines régions, les Romains pourraient être les initiateurs de l'activité minière. Pour autant que l'on puisse en juger, la Gaule n'a pas été une région majeure pour la production d'argent pendant l'Antiquité.

Le cuivre (ill. 3 et 4)

« La France, a-t-on dit, est un domaine avec peu de minéralisations en cuivre » (Leblanc 1997, p.21). Si l'on ajoute, avec ce même auteur, que lorsqu'on parle de mines, il faut avoir à l'esprit des gisements exploitables – car, quelle que soit l'époque considérée, la notion d'économie intervient, – on ne s'étonnera pas qu'en Gaule, les mines de ce métal soient rares et que, du début de l'âge des métaux à l'époque romaine, elles le deviennent plus encore.

Le sud de la Gaule a connu un certain nombre d'exploitations très anciennes, dont deux au moins remontent au Chalcolithique : celles de Cabrières (Hérault) et Saint-Véran dans les Hautes-Alpes (Barge 1997). Le site de Bouco-Payrol (Aveyron) paraît un peu moins ancien : âge du Bronze (Ambert *et al.* 1996). On ne sait rien sur la production de cuivre à l'âge du Fer.



4. Les mines de plomb-argent, cuivre et étain en Gaule à l'époque romaine (V. Serneels del.).

En Gaule, on connaît peu de mines de cuivre d'époque romaine. Pline l'Ancien (*Histoire Naturelle*, 34, 3, 4) parle du cuivre "sallustien" exploité en Gaule (Transalpine ou Cisalpine ?) et du cuivre "livien" dans les Alpes, mais ces mines ne sont pas identifiées. Quant aux mines archéologiquement documentées, elles sont en général de peu d'importance. Seule, à l'extrémité occidentale des Pyrénées, la mine de Banca près de Saint-Étienne-de-Baigorry (Pyrénées-Atlantiques) semble avoir eu une grande longévité (Ancel *et al.* 2001 ; Cauet, Domergue, Urteaga 2005, p. 438-440). Ailleurs, de petites mines sont en activité dans les Pyrénées ariégeoises (région du Séronais : Guilbaut 1981 ; Dubois, Guilbaut 1982 ; Dubois, Guilbaut, Tollon 1997, p. 203-209), dans la Montagne Noire (Les Barrencs : Guilbaut, Landes 1977, p. 48-51) et dans la haute vallée de l'Orb (Maynes : Gourdiolle, Landes 1998, p. 56). À Cabrières (Pioch-Farrus IV : Gourdiolle, Landes 1998, p. 53-55) et à Bouco Payrol, l'exploitation

reprend (1^{er} av. et 1^{er} s. ap. J.-C.). Mais c'est peu de chose, comme d'ailleurs dans le nord-est, où la mine de cuivre de Wallerfangen (Sarre) a dû être exploitée aussi pour l'azurite (Daubrée 1868, p. 304 ; Weisgerber 2001).

Les ressources en cuivre de la Gaule sont donc limitées. La quasi-absence de témoignages archéologiques pour la période précédant la conquête reste cependant à expliquer. Les vestiges d'époque romaine laissent entrevoir une exploitation d'importance secondaire, surtout si on la compare aux immenses exploitations de la péninsule Ibérique ou de Chypre.

L'étain (ill. 3 et 4)

Aucune exploitation préromaine d'étain n'est, à l'heure actuelle, connue en Gaule. Rien en Bretagne : s'il a existé des îles Cassitérides, plaque tournante d'un commerce de l'étain atlantique à l'époque protohistorique, il est plus plausible

qu'elles aient été situées dans la Cornouaille britannique que sur le littoral breton. Dans le Limousin, les antiques mines en roche de Vaulry ne sont pas datées (Daubrée 1868, p. 305-306 ; 1881, p. 274-284 ; Davies 1935, p. 83), pas plus que les chantiers en alluvion des Monts de Blond (Haute-Vienne) et de Montebrias (Creuse) ; pas davantage, ceux des environs d'Autun (Tamas, Cauuet 2004 ; Tamas *et al.*, à paraître). Ceux des Monts de Blond se trouvent au voisinage des mines d'or gauloises, et cette proximité pourrait faire penser qu'ils sont contemporains de ces dernières.

Dans la Viadène (nord Aveyron), les vestiges d'exploitation d'étain alluvial sont ténus et la chronologie n'est pas assurée : époque gauloise ou gallo-romaine (Abraham, Morasz 1997) ?

Pour l'époque romaine, on ne connaît guère que quelques sites d'exploitation sûrs en Bretagne : il s'agit des gîtes filoniens de La Villelder (Daubrée 1881, p. 331) et surtout d'Abbaretz-Nozay (Loire-Atlantique), où ont été recueillis plusieurs vestiges archéologiques (Galliou 1982, p. 23).

Dans le cas de l'étain également, les ressources sont très limitées en Gaule. Pour le moment, les connaissances archéologiques sont encore trop imprécises pour dresser un bilan de la production d'étain antique. D'autres secteurs, la Cornouaille et le nord-ouest de l'Ibérie en particulier, ont joué un rôle beaucoup plus important dans la production d'étain

Le fer (ill. 5-7)

De tous les métaux, le fer est celui dont les centres de production connus sont les plus nombreux, tant pour l'époque préromaine que pour l'époque romaine (Mangin 2004, p. 12-14 ; Fabre, Coustures 2005). La Gaule a été le pays du fer, tant à l'époque celtique (Lacroix 2005, p. 103) qu'à la période romaine (Mangin 2004).

Les sites des Clérimois, en pays d'Othe dans l'Yonne (Dunikowski, Cabboi 1995) et de La Bazoge, près du Mans dans la Sarthe (Dunikowski, Cabboi 2001) renfermaient d'importants ateliers de production de fer, dont les plus anciens constituent des témoins remarquables de la première sidérurgie gauloise, respectivement à partir du IV^e s. av. J.-C. et de l'époque du Hallstatt. À chaque grande période correspond l'apparition de types de bas fourneaux différents, illustrés par plusieurs exemplaires. Sur les deux sites, les périodes de La Tène moyenne et finale sont bien représentées. Autour des Clérimois, plusieurs autres sites

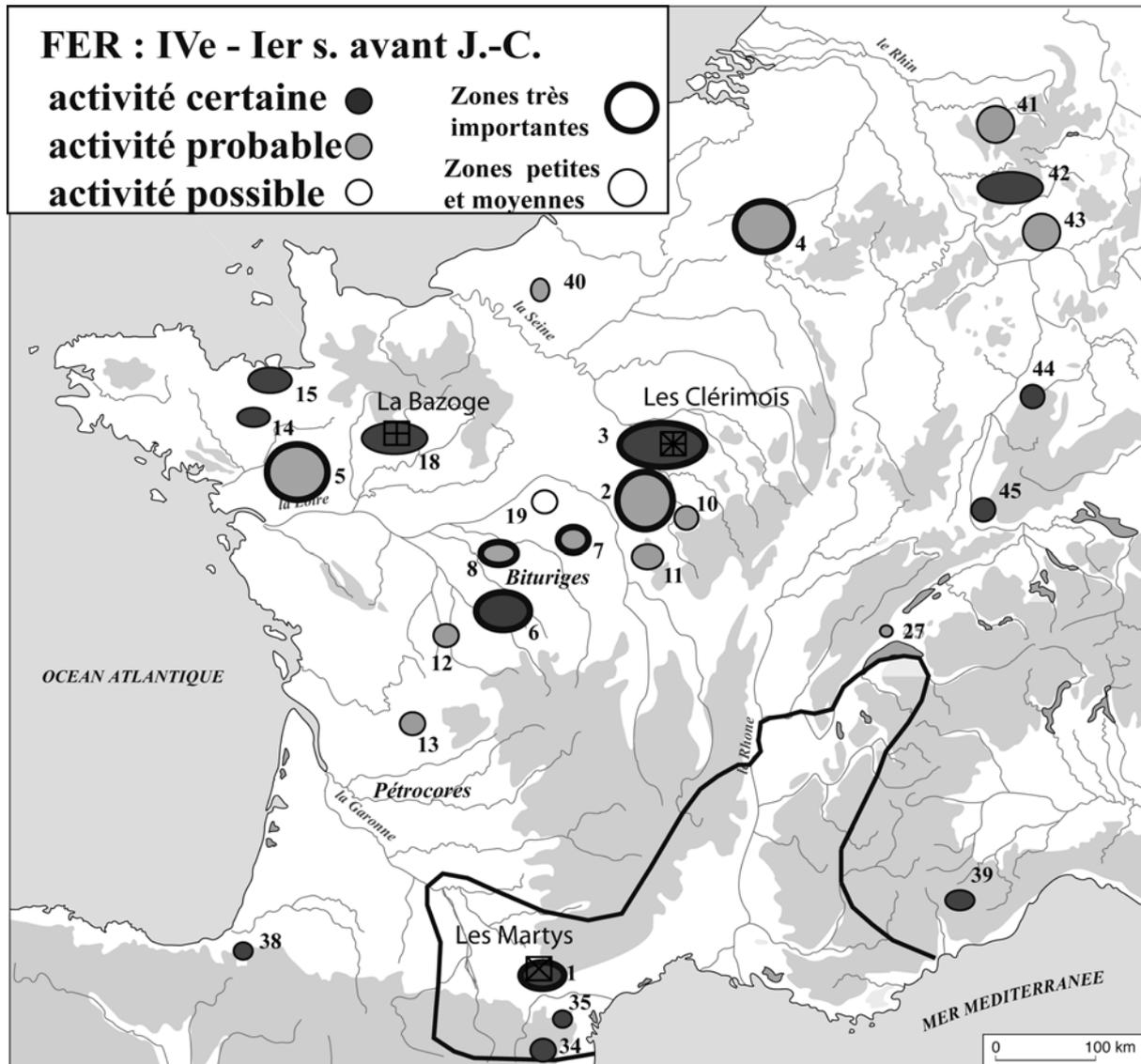
sidérurgiques de l'âge du Fer ont été identifiés (Domergue à paraître), en Normandie également, tandis qu'en Bretagne, entre Saint-Malo et Rennes, vingt-cinq ans de recherche en ont révélé un très grand nombre (Vivet, Chauvel, à paraître). Il existe aussi quelques éléments dans le Jura suisse (Serneels 2002).

Au Pays Basque, chez les Aquitains, des ateliers (Errola 3 et 5, commune d'Urepel) sont datés de la fin de La Tène moyenne, II^e s. av. J.-C. (Beyrie 2003, p. 199-204 ; Beyrie *et al.* 2003). Dans les Alpes du Sud, le Mercantour renferme, à haute altitude, des amas de scories de fer, de la fin de La Tène (Morin, Rosenthal 2003). Enfin, l'activité sidérurgique chez les Pétrocores et chez les Bituriges, mentionnée par Strabon (IV, 2, 2) d'après le témoignage de Posidonius ainsi que par César pour les Bituriges (BG, VII, 22), reste à confirmer par l'archéologie (Dieudonné-Glad 1992), mais les culots de réduction de Bourges (*Avaricum*), datés du V^e s. av. J.-C. constituent déjà d'excellents indices.

Dans d'autres régions, il existe d'innombrables amas de scories dont la datation n'a pas été récemment réexaminée, par exemple, dans l'Entre Sambre-et-Meuse (Belgique) et dans la région de Châteaubriant (Loire-Atlantique). Aussi, est-il fort probable qu'à l'avenir, d'autres vestiges pourront être attribués à l'activité aussi bien préromaine que romaine.

À l'époque romaine, districts et centres de production sidérurgiques fleurissent sur tout le territoire de la Gaule, sans compter les ateliers de forge dont nous ne traitons pas. Outre les sites et les secteurs déjà signalés au paragraphe précédent et qui ont poursuivi leur activité, il faut au moins nommer quelques centres (Les Ferrys, Loiret) et grands districts dont on trouvera ailleurs (Domergue, Leroy 2000 ; Mangin 2004) des mentions plus détaillées : la Lorraine (côtes de Moselle), le Morvan-Auxois, la forêt d'Allogny (Berry), la Montagne Noire (Les Martyrs), les Pyrénées (Canigou, Ariège, Baronnies, Pays Basque), les Corbières (Pauc 1998). Certains de ces centres sont situés dans la *Provincia* ou à ses frontières (Canigou, Corbières, Montagne Noire) et ont commencé leur activité très tôt au I^{er} s. av. J.-C.

L'image que l'archéologie livre de la sidérurgie préromaine est encore très incomplète, mais elle laisse clairement supposer l'importance de cette industrie. Une intensification de la production se dessine pour la période de La Tène Finale, sans qu'il soit actuellement possible de dater



5. La production du fer en Gaule à l'époque gauloise (V. Serneels del.). La liste des régions est donnée au tableau de la figure 7 (d'après Serneels, Mangin 1996 ; Leroy 2001 ; Mangin 2004 p. 12-14).

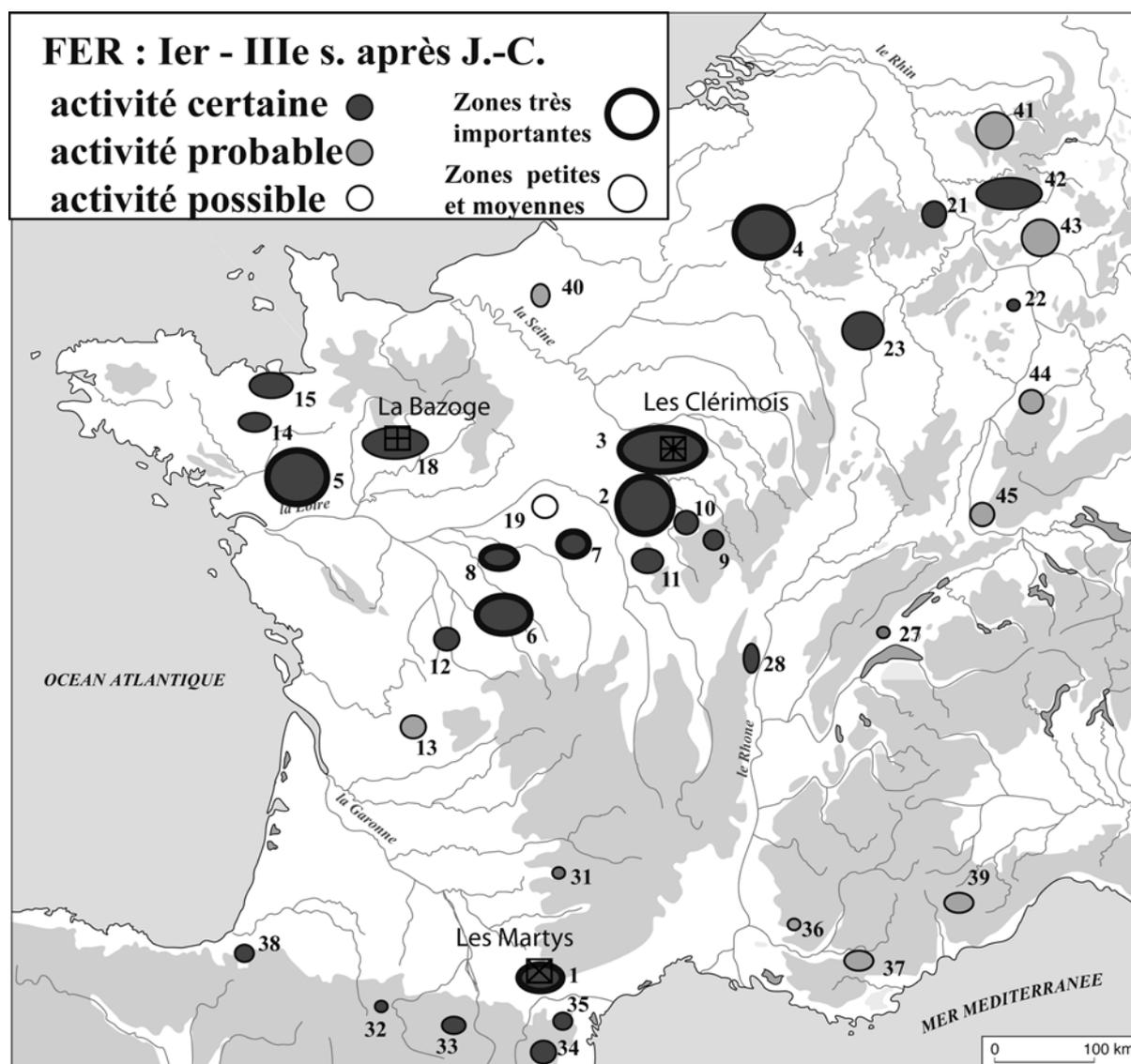
précisément la chronologie et la géographie de ce développement. Avec la conquête, le mouvement s'accroît fortement. La Gaule se couvre littéralement d'ateliers de production du fer, certains de taille gigantesque. Cette importance transparaît aussi dans les sources épigraphiques romaines.

DE LA TÈNE MOYENNE ET FINALE À L'ÉPOQUE ROMAINE : LES TECHNIQUES

La simple énumération qui précède montre la différence d'échelle entre les deux états : l'activité minière et métallurgique est, en effet, beaucoup plus développée à l'époque gallo-romaine, avec

une exception : les mines d'or, particulièrement dans le Limousin. Pour le reste, le nombre des mines et des centres métallurgiques gallo-romains, leur dispersion mais aussi leur concentration, leur localisation, leur développement et leur production – par exemple en trois siècles, 4 000 tonnes de fer aux Clérimois (Dunikowski, Cabboi 1995, p. 131), 80 000 dans le secteur des Martys (Decombeix *et al.* 2000, p. 36) – attestent que cette activité est devenue plus importante.

Mais cela ne signifie pas que l'art des mines gauloises ait été inférieur en qualité et en technique. Les spécialistes de cette période se plaisent à marquer le haut niveau de technicité et d'organisation qu'il atteint, en particulier



6. La production du fer en Gaule à l'époque romaine (V. Serneels del.). La liste des régions est donnée au tableau de la figure 7 (d'après Serneels, Mangin 1996 ; Leroy 2001 ; Mangin 2004 p. 12-14).

dans les domaines qui sont le mieux connus actuellement : les mines d'or et la production de fer. « Entre les ^{VI}^e-^{VE} et ^I^{er} s. av. notre ère, les Lémovices se sont attachés à maintenir et à faire évoluer des techniques minières remarquables et d'une grande technicité pour l'époque » écrit B. Cauuet (2004, p. 113). « L'image donnée par les ateliers de la Sarthe [La Bazoge] est celle d'une production de fer très organisée... L'intensification de la production de fer et l'organisation de cette activité laissent entendre, dans le secteur du Mans, une réelle gestion et probablement un contrôle de ce travail », disent Chr. Dunikowski et S. Cabboi (2001, p. 199-200), qui avaient déjà souligné « les techniques de

réduction sophistiquées » apparues dans les « bas fourneaux de grandes dimensions (type II) » aux Clérimois à La Tène finale (Dunikowski, Cabboi 2001, p. 195).

Le problème est maintenant de savoir comment cet art des mines gaulois s'est maintenu à l'époque romaine et si, plus généralement, on en retrouve des aspects dans l'art des mines romain. Nous verrons plus loin ce qu'il en est de son organisation, dont les propos cités ci-dessus, ont évoqué les aspects proprement liés à la production. Pour l'instant, intéressons-nous aux techniques : l'art des mines et la métallurgie des Gaulois ont-ils laissé une trace dans ce type d'activités à l'époque romaine ?

		IV - I av.	I - III ap.
1	Montagne Noire		
2	Puisaye		
3	Sénonais / pays d'Othe		
4	Entre-Sambre-et-Meuse		
5	Pays de Châteaubriand		
6	Berry sud-ouest		
7	Forêt d'Allogny		
8	Berry nord-ouest		
9	Morvan-Auxois		
10	Forêt de Vézelay		
11	Nivernais		
12	Haut Poitou		
13	Périgord		
14	Forêt de Paimpont		
15	Bassin de la Rance		
16	Bocage Normand		
17	Perche et Pays d'Ouche		
18	Le Mans		
19	Sologne		
20	Forêt de Soignes		
21	Hürtgener Hochfläche		
22	Eisenberg		
23	Pays-Haut		

		IV - I av.	I - III ap.
24	Plateau de Haye		
25	Forêt d'Arne		
26	Jura central suisse		
27	Jura vaudois		
28	Côte maconnaise		
29	Mont Salève		
30	Martigny / Mont Chemin		
31	Kaymar		
32	Hautes Baronnies		
33	Couserans / Haute Ariège		
34	Canigou		
35	Corbières		
36	Lubéron		
37	Haut Var		
38	Pays basque		
39	Mercantour		
40	Pays de Bray		
41	Sauerland		
42	Siegerland		
43	Lahn-Dill Gebiet		
44	Nord Schwarzwald		
45	Sud Schwarzwald		

7. Les régions productrices de fer en Gaule au cours de l'Antiquité et du Moyen Âge (V. Serneels fec.).
La numérotation est reprise de Mangin 2004, p. 12-14, qui indique aussi les références bibliographiques les plus importantes pour chaque région. La qualité des données chronologiques est extrêmement variable d'une région à l'autre.

Généralités

Nous abordons ici une question délicate, celle des “transferts technologiques”. Il y a quelques lustres, Colin Renfrew jetait un pavé dans la mare des archéologues en montrant que, contrairement à l'idée reçue d'une Europe intensément soumise aux influences venues de l'Orient, il y avait ici et là des foyers de civilisation autonomes, dont la naissance, sinon le développement, ne devait rien à ces influences orientales. Un des exemples choisis intéressait particulièrement les spécialistes du métal (Renfrew 1983, p. 216) : la mine de cuivre de Rudna Glava (Serbie), datée par ¹⁴C, du tout début du IV^e millénaire, était devenue la mine métallique la plus ancienne du monde, bien plus ancienne que celle de Vesnoveh (Iran), qui, datée de 3 200 av.J.-C., occupait jusqu'alors ce rang. Rudna Glava ne devait donc rien à l'Orient, elle illustre le modèle “évolutionniste” cher à Renfrew.

La technologie mise en œuvre dans cette mine et dans celle, contemporaine, d'Ai-Bunar (Bulgarie) était un art des mines local, qui utilisait les techniques universellement répandues des mines de silex de l'époque néolithique (Jovanovic 1982, p. 144-145). Le minerai exploité était de la malachite, un oxyde de cuivre, facile à réduire sans qu'on ait à imaginer des transferts de technologie (Jovanovic 1989).

Cela ne signifie pourtant pas que, dans un secteur donné, l'art des mines et de la métallurgie puisse évoluer éternellement de façon autonome : au fur et à mesure du développement des civilisations, les contacts se multiplient et, tout autant que les produits, les procédés de fabrication s'échangent et se transmettent (Guilaine 1997, p. 9). Ainsi R. Pleiner (2000, p. 18-22) adopte un modèle “diffusionniste” pour expliquer l'apparition de la sidérurgie dans les diverses régions d'Europe à partir de l'Anatolie. Des procédés spécifiques, des

appareils sophistiqués, inventés ici, font faire là un progrès considérable lorsqu'ils y sont transportés et adoptés. On sait l'impact que l'art des mines saxon a eu en Europe à partir du XVI^e siècle. Tout au long de l'histoire des mines, on assiste à ces emprunts technologiques qui ont toujours pour but de produire davantage et mieux.

Aussi, avant d'examiner la question de l'héritage gaulois dans la production des métaux à l'époque romaine, il convient de distinguer deux choses : d'une part le fonds commun de pratiques "ancestrales", d'autre part des procédés, des techniques ou des machines spécifiques. Les premières sont si généralisées et si uniformes qu'il est souvent vain d'espérer en déterminer l'origine ; dans le second cas, il en va différemment.

Il existe donc, dans l'art des mines, un stock de techniques et de procédés qu'on peut appeler "universels", qui s'est constitué peu à peu, ici et là, au cours des âges, dans des conditions comparables de cultures et de gisements, ce qui explique par exemple que, sur tous les continents et dans des contextes néolithiques, les gîtes de silex aient été exploités de la même manière. Un puits de profondeur suffisante pour atteindre la couche renfermant les rognons et un réseau de galeries et de chambres plus ou moins étendu à la recherche des silex : Grimes Graves, Spiennes, Malaucène, etc. en sont d'excellents exemples, connus depuis longtemps (Shepherd 1980, p.12-107). S'y sont ajoutés des sites plus récemment étudiés, par exemple Jabline (Seine-et-Marne : Bostyn, Lançon 1992) ou, bien loin de là, Wadi-el-Sheikh, en Haute-Égypte (Weisgerber 1982). On a ainsi la preuve que ces anciens mineurs avaient quelque notion de la stratigraphie et de la distinction des couches, repérables d'abord sur les versants ou les talus, puis recherchées en profondeur par le système de puits et galeries signalés plus haut. Qu'ils aient été imités par les premiers explorateurs de gîtes cuprifères n'a rien de surprenant : ainsi Paul Ambert remarque la ressemblance entre les chantiers de Cabrières et ceux de Jabline et souligne que plusieurs mines de silex de la région (Salinelles dans le Gard, Mur-de-Barrez en Aveyron) ont débuté au Néolithique final et sont donc, peu ou prou, contemporaines des premières mines de cuivre du secteur (Ambert, Carozza 1996, p.46). Aux mines de silex, on joindra aussi celles de Gava (Barcelone, Espagne) (Alonso, Izquierdo 1990) exploitées au Néolithique pour la variscite, un minéral utilisé pour fabriquer des perles et pour l'ocre. Or, dans ces galeries, circuleront plusieurs

siècles plus tard les mineurs ibériques en quête de fer : ici encore les mines préhistoriques ont pu servir d'exemple direct. Et si, comme on a pu le penser (Cauuet 1999b, p.37) les gisements d'or du Limousin ont été exploités dès le Bronze moyen puis au Bronze final (*cf.* les fragments de vases de ces périodes trouvés dans des remblais des aurières de Cros-Gallet), les travaux de l'âge du Fer n'ont pu que s'inspirer de la tradition minière née à ces périodes. Les mines de sel de Hallstatt, en Autriche, constituent pour les Alpes un autre jalon chronologique. On voit donc comment, du Néolithique au Chalcolithique, puis au cours des époques qui ont suivi, s'est constitué un véritable savoir-faire, qui s'est enrichi au fur et à mesure des nouvelles situations auxquelles les mineurs ont dû faire face (par exemple la pénétration dans un filon métallifère n'est pas la même que dans une couche horizontale et exige une adaptation des techniques). Outre l'accès aux mines, ce savoir-faire de base concernait plusieurs autres domaines : l'éclairage (de l'usage de la torche à celui de la lampe en terre cuite), l'aérage (avec le recours au feu pour créer des courants d'air, par exemple), la circulation (l'usage des troncs d'arbre munis d'encoques pour servir d'escalier), l'abattage (*fire-setting*, outils divers), etc. Ce sont là des pratiques qui sont devenues universelles et dont il paraît souvent vain de s'acharner à rechercher l'origine. Mais pas toujours, car une découverte peut parfois permettre de faire émerger de ce savoir-faire anonyme une technique originale.

Il en va de même en métallurgie. Aujourd'hui, l'extraction des métaux repose sur des formules chimiques et sur des procédés bien précis. Mais comment est-on parvenu à fixer ces procédés ? On s'est récemment posé la question à propos de l'étain, de sa découverte et des conditions permettant son usage, et aussi à propos de tous les types de cuivre et de bronze. Curiosité, essais et tâtonnements sont clairement à la base de ces découvertes, et la conclusion s'impose : « *The experimental approach is clearly at the base of all the metallurgic activity in antiquity* » (Valera, Valera 2003, p.10-12). Les anciens métallurgistes ont été des adeptes de la méthode expérimentale bien avant que Claude Bernard ne lui confère ses lettres de noblesse. Ainsi s'explique qu'en métallurgie, tout en tenant compte des caprices des occurrences géologiques, on puisse, selon les cas, expliquer l'apparition, ici ou là, de telle avancée technologique soit de façon indépendante, soit

par transfert. L'un des cas les plus flagrants est celui de l'utilisation de sulfures, en particulier des sulfures de cuivre et des sulfures polymétalliques. Longtemps on avait pensé qu'en métallurgie, le progrès était linéaire. Ainsi, on ne pouvait avoir recherché et utilisé les sulfures qu'au terme d'un long processus commençant par la maîtrise de la réduction des oxydes, de métallurgie plus simple, et se poursuivant par celle de sulfures, plus difficiles à traiter. Et cette évolution avait demandé du temps : aux métallurgies protohistoriques correspondait le traitement des oxydes, aux métallurgies postérieures, celui des sulfures. Mais voilà qu'à Cabrières (Hérault), les métallurgistes de l'Énéolithique produisent du cuivre à partir d'un sulfure complexe, la tétraédrite (Ambert *et al.* 2003, p.54-55), bouleversant ainsi le modèle classique de l'histoire de la métallurgie. Et cela pose bien des problèmes, à commencer par le caractère autonome de cette première métallurgie du cuivre : même si on le met en avant, on hésite à penser que ce phénomène ait pu se produire de façon totalement indépendante, et l'on a invoqué pour Cabrières l'exemple, voire l'influence plus ou moins directe, des populations énéolithiques de l'arc alpin, qui du Piémont à Saint-Véran (Hautes-Alpes) maîtrisaient cette technique (Ambert, Carozza 1996, p.51-52 ; Ancel 1997 ; Barge 1997 ; Ploquin *et al.* 1997). Mais ne peut-on, méthode expérimentale aidant, penser à des "inventions" autonomes ? Autre problème : un tel acquis l'est-il pour toujours ? Quelque 3 000 ans plus tard, à La Tène moyenne, dans les mines d'or du Limousin, à 300 km de Cabrières, on sait également traiter les sulfures, ici sulfures aurifères (grillage, etc : Cauuet, Tollon 1999) : est-ce une redécouverte ? Ou bien les jalons intermédiaires ont bien existé, mais sont inconnus de nous ? Dans bien des cas, comme ici, la question des transferts technologiques en métallurgie antique risque de recevoir une réponse ambiguë et souvent la seule façon d'envisager sereinement les choses est de poser les problèmes.

Dans les lignes qui précèdent, nous avons déjà eu l'occasion de dire ce que nous entendions par machines ou procédés spécifiques, autrement dit des structures, des appareils ou des méthodes dont les caractères sont si précis que, si on parvient à les identifier en un lieu donné, différent de celui où ils paraissent avoir été inventés, on peut penser qu'il s'agit là effectivement d'un transfert technologique et non d'une découverte spontanée et indépendante. Je ne prendrai qu'un

exemple : les laveries planes du Laurion (Grèce) où, à l'époque classique, a été appliquée une méthode sophistiquée de lavage, dans une configuration si originale qu'on ne la retrouve nulle part ailleurs dans l'Antiquité (Ardaillon 1897, p.63-74 ; Domergue 1998a ; Kepper 2004).

En Gaule donc, comme ailleurs, s'est constitué, au cours de presque quatre millénaires, du Néolithique à la fin de l'indépendance, un corpus de techniques minières que l'on peut qualifier d'"universelles" en ce sens qu'on les retrouve plus ou moins semblables un peu partout dans le monde et dans lesquelles ont pu se fonder des techniques spécifiques nouvelles. Quant à l'art des mines romain, il a hérité, comme les autres, un savoir-faire traditionnel qui lui est venu de toutes les régions connues du monde ancien, en particulier celles qu'il a dominées, parmi lesquelles la Gaule. Pouvons-nous donc, dans cette masse de techniques minières, minéralurgiques et métallurgiques, en repérer certaines que l'on puisse, avec plus ou moins de certitude, attribuer à une tradition plus spécifiquement gauloise ?

L'art des mines

Trois questions semblent pouvoir être discutées de ce point de vue : l'utilisation d'un travers-banc pour l'évacuation des eaux de mines, dans la mesure où les techniques de boisage dans les chantiers souterrains, l'exploitation hydraulique des gîtes alluviaux.

Dans les cas où l'exploitation d'un gisement métallifère était gênée par l'existence d'une nappe phréatique, l'usage du travers-banc d'exhaure a constitué un progrès considérable pour l'évacuation des eaux de mines dans la mesure où, grâce à des conditions topographiques favorables (existence d'un dénivelé du terrain), le traçage d'une galerie à partir d'un point bas jusqu'au gisement permet d'assécher la partie de ce dernier qui se trouve au-dessus de lui. À compter du III^e s. av. J.-C., on en connaît plusieurs exemples (La Fagassière, Les Fouilloux) dans les mines d'or du Limousin, où il a permis aux mineurs de descendre à 40 m de profondeur, dont 30 m au-dessous du niveau hydrostatique (Cauuet 2004, p.66-67). Il était aussi en usage dans les mines du sud de l'Espagne à l'époque de Posidonius, et la description à la fois évocatrice et emphatique qu'en donne ce dernier, grand voyageur, semblerait indiquer qu'il en voit pour la première fois (*ap.* Diodore, V, 37, 3). Par ailleurs, la péninsule Ibérique se signale par le

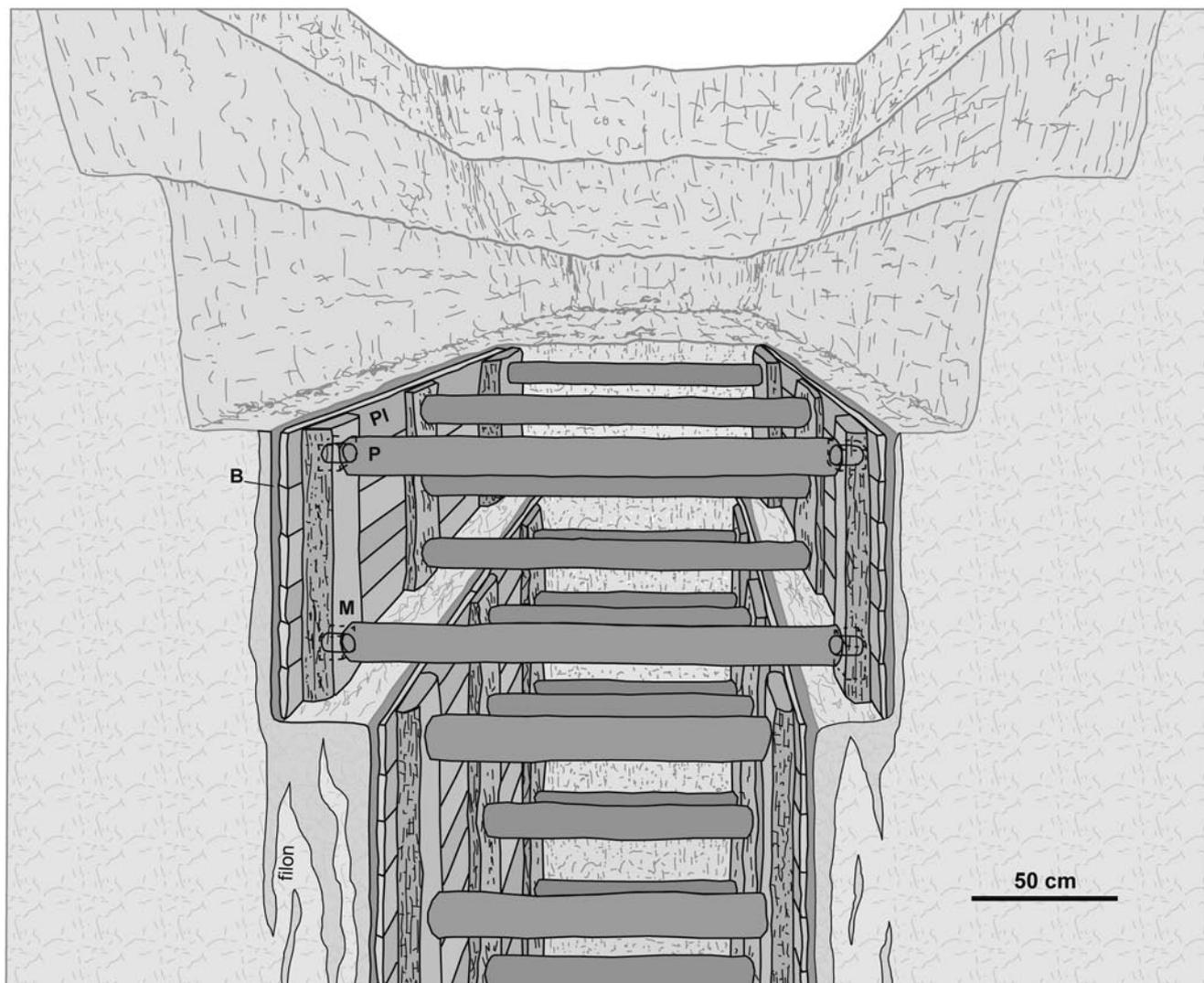
très grand nombre de travers-bancs d'exhaure dans les mines romaines (Domergue 1990, p.435-436) et il semble bien que le plus ancien qu'on y connaisse remonte à l'âge du Bronze (Domergue 1987, p. 754 ; 1990, p. 434). Mais celui de la mine de cuivre de Campolungo (Italie) est daté du premier âge du Fer, par des ¹⁴C effectués sur des mobiliers en bois (auge pour transporter le minerai, fiches destinées à servir de torches) (Ancel *et al.* 1998). En réalité, un tel équipement est-il un procédé spécifique, dont on puisse attribuer l'origine à une région minière donnée : l'Italie ? l'Ibérie ? La Gaule ? Ou bien fait-il partie de ce domaine que nous avons appelé le savoir-faire traditionnel ? Car, dans le langage technique, l'évacuation des eaux de mine par travers-banc est qualifiée d'exhaure "naturelle" et y avoir recours, paraît, pour ainsi dire, couler de source.

Le deuxième point à examiner est celui des techniques d'étayage utilisées dans les chantiers d'abattage du minerai, ou dépilages. Lorsque le minerai qui remplit la caisse filonienne est abattu en totalité, un tel travail laisse des vides souterrains, dangereux pour les mineurs ; il faut en particulier éviter l'effondrement des parois. Il y a deux façons principales d'y parvenir : la première est de laisser en place, de loin en

loin, des parties de filons, appelées piliers ou clés, qui maintiennent l'écartement des parois. La seconde est d'utiliser des étais en bois, une technique qui permet l'abattage total du minerai. L'étayage qui a été mis en œuvre dans les dépilages des mines d'or gauloises du Limousin (ill. 8) – une région densément boisée, qui offrait aux charpentiers chargés de cette tâche des essences (chêne, hêtre, bouleau) bien adaptées aux conditions d'exploitation de ces mines – a été étudié par B. Cauuet avec une attention spéciale à La Fagassière (ill. 9 ; Cauuet 1997 ; 2000 ; 2004, p.53-62 et 95-100) : il est particulièrement sophistiqué. Ce ne sont pas, en effet, de simples troncs d'arbres bloqués en force, de loin en loin, entre les deux parois, un procédé dont témoignent dans bien des mines antiques les niches se faisant face sur les deux côtés du filon. En fait, les boiseurs gaulois ont utilisé un système de cadres verticaux, constitués chacun par deux montants mortaisés, placés face à face et maintenus écartés par des poussards tenonnés. Derrière ces cadres disposés à intervalles réguliers, étaient glissées des planches superposées horizontalement ; l'intervalle entre les planches et les irrégularités de la paroi était colmaté par un bourrage de végétaux divers.



8. Une arière du Limousin en cours de fouille : boisages gaulois à la mine des Fouilloux (Haute-Vienne) (cliché B. Cauuet).

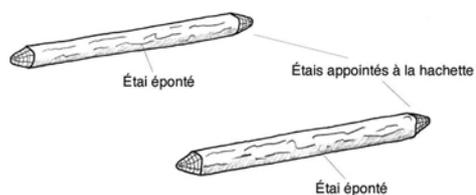


9. Boisage par cadres verticaux retrouvés in situ dans la mine d'or gauloise de La Fagassière (Haute-Vienne) (B. Cauet del.).

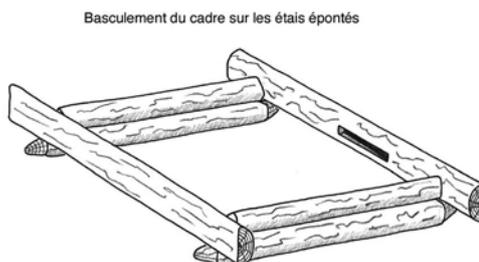
Si la production d'or en Limousin paraît s'être arrêtée peu après la Conquête, l'héritage de pratiques minières, telles que celles que l'on vient de voir s'est maintenu dans les mines de plomb argentifère de la région voisine, l'Auvergne, où elles sont attestées de l'époque celtique jusqu'au II^e s. ap. J.-C. (Marconnet à paraître ; Vialaron 1999 ; Cauet, Domergue, Urteaga 2005, p. 430-432). On a en effet retrouvé dans les dépilages des mines d'argent gallo-romaines de Pontgibaud dans le Puy-de-Dôme (ill. 10 ; Marconnet à paraître) les mêmes techniques de boisage que celles qui avaient été en usage dans le Limousin quelques siècles plus tôt, à cette différence près qu'à Pontgibaud, les cadres sont disposés horizontalement et maintenus en place par des étais également horizontaux, coincés en force entre

les deux parois. Le basculement des cadres à l'horizontale a permis d'espacer l'étaisage et donc d'utiliser moins de cadres. En tout cas, au niveau régional, l'héritage est évident.

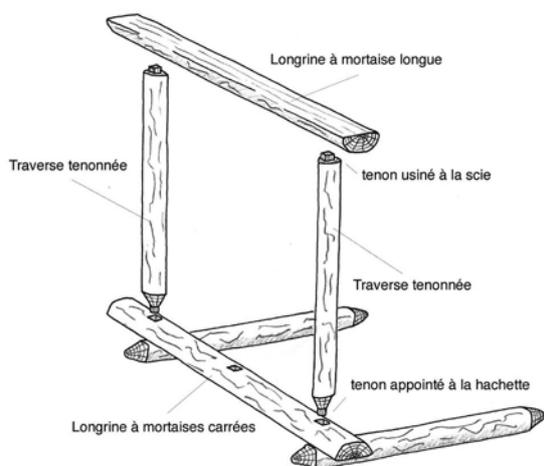
En parcourant plus haut la géographie minière de la Gaule, nous avons mentionné plusieurs mines en alluvions (ill. 11) exploitées avec l'aide de la force hydraulique, à Cambo-les-Bains (ill. 12) chez les *Tarbelli* (or), aux Monts-de-Blond chez les Lémovices (étain) et les Éduens au voisinage d'Autun (étain également). Ces exploitations sont encore mal connues et ne sont pas datées. Nous ne savons si elles sont antérieures à celles d'Espagne dont on connaît le développement spectaculaire sous le Haut-Empire romain principalement (Domergue 1990, p.463-491). Pour l'instant, en tout cas, le témoi-



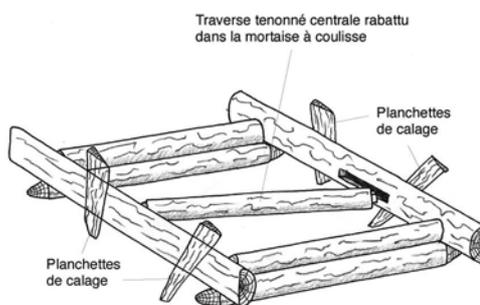
1. Pose des deux étais entre les parois



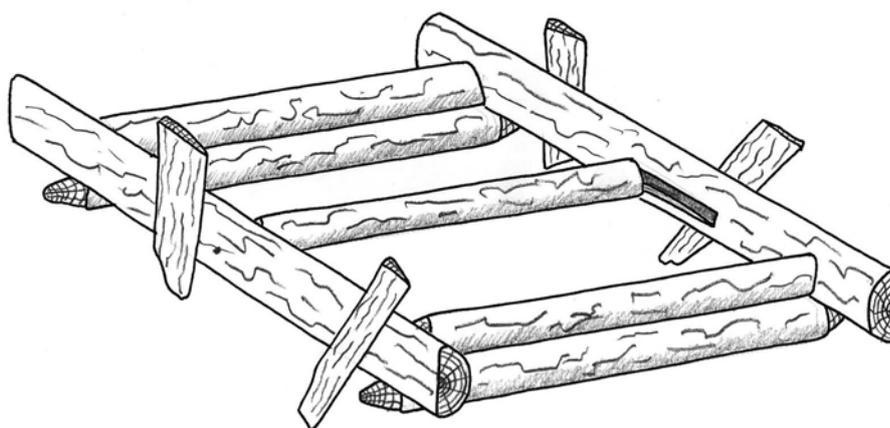
3. Mise en place du cadre sur les étais



2. Montage vertical du cadre sur les étais



4. Mise en place de la traverse central et des planchettes de calage



Montage d'un cadre à deux longrines

10. Boisage par cadres horizontaux retrouvés in situ dans la mine d'argent gallo-romaine de Pontgibaud (Puy-de-Dôme) (C.Marconnet del.).

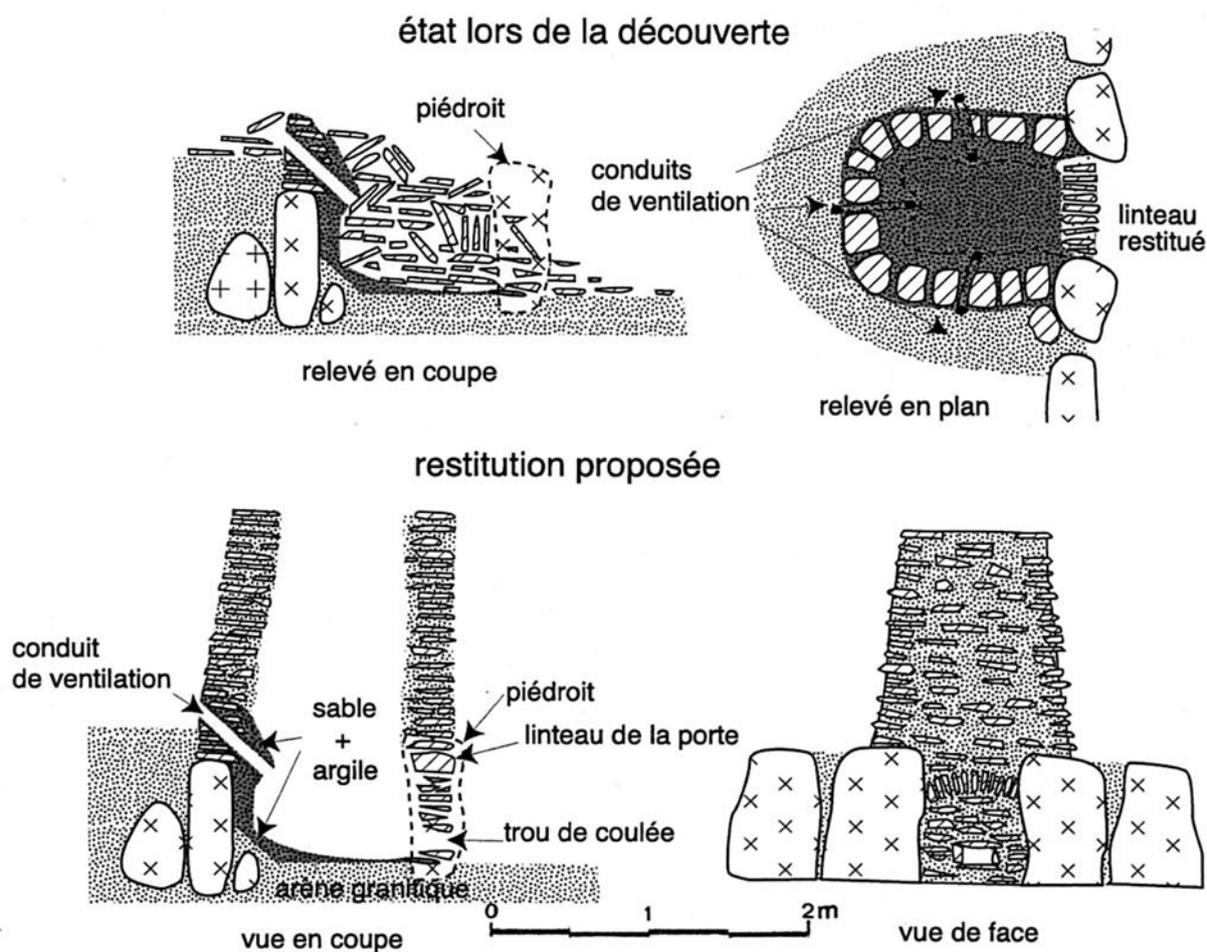


11. Le « Camp de César » (Itxassou, Pyrénées-Atlantiques) : vaste mine d'or antique en alluvions. Au premier plan, des chantiers-ravins alimentés en eau par des canaux ; au second plan, des chantiers-cirques (cliché B. Cauuet).

gnage le plus ancien dont nous disposons sur ce type d'exploitation est celui de Strabon (IV, 6, 7), qui évoque les grands lavoirs d'or que, vers le milieu du III^e s. av.J.-C., les Salasses, un peuple celte de la Cisalpine, en utilisant sur une grande échelle l'eau de la Doire, faisaient fonctionner au pied des Alpes, dans le Piémont italien. On a identifié les restes de ces anciens travaux dans la Bessa, un vaste dépôt alluvial aurifère, au débouché du Val d'Aoste (Piana Agostineti *et al.* 1995, p.210-212 ; Domergue 1998b ; Gambari 1999). Peut-être les impressionnants vestiges que nous avons aujourd'hui sous les yeux sont-ils dus, pour l'essentiel, aux Romains qui, comme l'indique Strabon, prirent la suite des Salasses en utilisant leurs mêmes procédés de mise en valeur. Mais la description de Strabon est suffisante pour que nous puissions identifier ici, pour la première fois, et attribuer aux Salasses une méthode d'exploitation que Rome saura développer et perfectionner, spécialement en Espagne (Domergue 1990, p.489-490). Cette région réunissait, en effet, toutes les conditions pour qu'une telle méthode d'exploitation y naisse et y acquière ses caractéristiques de base. Et l'étude de l'étymologie du mot *arrugia*, qui, d'après Pline (*Histoire Naturelle*, XXXIII, 66-78) désigne cette technique, ne semble pas s'y oppo-

ser, même si l'origine d'une partie, au moins, du vocabulaire minier qui accompagne ce vocable pourrait bien être hispanique (Domergue 1990, p.486-487 ; de Hoz 2003, p.81-83, 94). La seule question qu'on pourrait se poser, c'est de savoir si, en raison de liens particuliers qui auraient pu exister entre les populations celtiques à travers l'arc alpin, cette technique a transité par la Gaule avant d'être développée par les Romains en Espagne. Mais d'une part nous manquons d'information sur la chronologie des vestiges reconnus sur le sol gaulois ; d'autre part, des jalons existent dans l'*Hispania Ulterior* à l'époque républicaine (témoignage de Strabon, III, 2, 8 ; peut-être aussi des restes de travaux : Domergue 1990, p.489) qui permettent de penser que le transfert s'est fait directement d'une péninsule à l'autre par le biais des exploitants romains.

Rares sont donc les domaines de l'art des mines où l'on puisse assigner une origine gauloise à telle technique ou à tel procédé. En réalité, il n'y a guère que la technique caractéristique des assemblages utilisés pour le boisage des chantiers souterrains dont on ait pu montrer la permanence des mines gauloises aux mines romaines dans une région donnée (Auvergne-Limousin). Quant à l'exploitation hydraulique des dépôts alluviaux, si



12. Bas fourneau « classique » des Martys (Aude) (J.-M. Fabre del.).

son invention paraît être le fait d'une population celtique du Piémont italien, son usage en Gaule, dans les mines d'étain ou d'or, est mal daté et l'on ne peut estimer la place qu'occupent ces dernières dans le développement de cette technique. Enfin, le travers-banc d'exhaure est-il une technique naturelle "de base", ou bien a-t-il été inventé en un lieu précis ? Dans ce dernier cas, le lieu d'origine est toujours susceptible de changer, au gré des découvertes.

La minéralurgie

Il en va de même pour le seul aspect de ce domaine auquel nous nous intéresserons : l'usage du moulin rotatif en pierre pour le broyage du minerai. En effet, si cet appareil, sous la forme qui est la sienne dans l'occident antique, semble être né dans le monde ibérique au VI^e-V^e s. av. J.-C. (Alonso Martínez 1997), son usage en minéralurgie est, pour l'instant, attesté pour la première fois

dans les mines d'or du Limousin (Domergue *et al.* 1997, p. 48) à la fin du III^e s. Mais cette primauté n'est pas à l'abri d'une découverte nouvelle.

La métallurgie

En métallurgie, nous nous intéresserons au fer. C'est, parmi les métaux utilisés dans l'Antiquité, celui dont la métallurgie a été maîtrisée le plus tard, parce qu'elle est difficile. On attribue en général aux Celtes qui ont occupé l'Europe centrale entre le V^e et le III^e s. av. J.-C. un grand rôle dans la diffusion du fer vers l'ouest et le sud (Pleiner 2000, p. 33-35, 269-272). Nos réflexions ne vont pourtant pas porter sur cette question, parce que, dans ce domaine, la documentation est lacunaire et difficile à maîtriser. Nous préférons donc nous intéresser à un type précis de fourneau, le fourneau "classique" des Martys, le centre sidérurgique romain bien connu de la Montagne Noire, et à son origine. L'un de nous a déjà posé

le problème dans une publication (Domergue à paraître). Nous le reprenons ici, en l'élargissant.

Le modèle "classique" du bas fourneau des Martys (ill. 13) apparaît vers le milieu du 1^{er} s. av. J.-C. (Domergue, Jarrier, Tollon 1999). Il comprenait les éléments suivants : un socle de 0,90 m de hauteur et de section plus ou moins rectangulaire (0,90 x 0,60 m), construit en gros blocs de granite et pris dans une terrasse ; au-dessus, une cheminée édifiée en plaquettes de schiste et de granite, haute d'environ 1,30 m à 1,40 m, ; au niveau de la terrasse, trois conduits de 4 à 6 cm de diamètre, ménagés dans la paroi (un à l'arrière, un de chaque côté), inclinés à 49° et dirigés vers la partie antérieure de la cuve, assuraient la ventilation du fourneau ; la scorie s'écoulait par l'avant. Tous les fourneaux sont orientés à l'est. Il s'agit d'un modèle solide, au socle bien isolé, construit pour durer et fonctionner longtemps. L'utilisation de ce type de fourneau implique la destruction de la partie antérieure (ou "porte") à la fin de chaque opération, afin d'extraire le massiau de fer obtenu. Effectivement, on n'a jamais retrouvé un fourneau complet, l'avant manque toujours. Aussi ignore-t-on comment se présentait cette partie. Aujourd'hui, à la suite de plusieurs expérimenta-

tions, nous sommes tentés de restituer, au-dessus du trou d'évacuation de la scorie, un quatrième conduit de ventilation.

Dans l'Antiquité, un tournant dans les techniques de production a été atteint lorsqu'on est passé du fourneau à scorie piégée et à utilisation unique, qui datait du Hallstatt, au fourneau à écoulement de scorie et à utilisations nombreuses. En Gaule, sur les sites des Clérimois, près de Sens (Yonne) et de La Bazoge, près du Mans (Sarthe), où l'activité sidérurgique s'étale sur plusieurs siècles, ce phénomène se produit à La Tène finale (Dunikowski, Cabboi 2001, p.193-195). Désormais, on adopte le bas fourneau à écoulement de scorie : aux Clérimois, un four "en dôme", creusé généralement sur la pente d'un talus, coiffé le plus souvent d'une coupole en sablier et muni de divers systèmes de ventilation (type Clérimois II) ; près du Mans, sur le site de L'Aunay-Truchet, un modèle au socle de forme légèrement tronconique construit en argile sableuse au fond d'une fosse d'accès, muni de cinq conduits de ventilation au niveau du sol et complété sans doute par une cheminée. Dans les deux cas, il s'agit de modèles de grand volume (0,90/1,40 m de diamètre intérieur pour le type des Clérimois ; 0,70/0,80 m pour celui de L'Aunay-



13. Bas fourneau à scorie écoulée de L'Aunay-Truchet (La Bazoge, Sarthe) (cliché C. Domergue). Seule a été conservée la partie de la cuve construite en argile au fond de la fosse d'accès ; les emplacements des cinq conduits de ventilation sont visibles au ras du sol.

Truchet), dont la maîtrise suppose un savoir-faire remarquable.

Les fouilleurs des Clérimois et de La Bazoge ont rapproché globalement ces divers appareils du fourneau classique des Martys et concluent ainsi : « L'impression qui ressort est qu'une même technologie avec des variations locales se diffuse sur le territoire des Gaules dès La Tène finale, sans que l'on puisse aujourd'hui définir ici la part des apports d'origine celtique et romaine » (Dunikowski, Cabboi 2001, p.200).

En fait, le type qui est morphologiquement le plus proche du modèle des Martys est celui de L'Aunay-Truchet : dimensions comparables, présence de conduits de ventilation inclinés à la hauteur de la couronne du socle, enterré dans un cas, encastré dans une terrasse dans l'autre, destruction de l'avant du four pour l'extraction du massiau. Y a-t-il un lien ?

Vu l'ancienneté et la solidité de la tradition sidérurgique gauloise, ce lien est tout à fait possible. Mais il ne faut pas oublier l'existence d'autres foyers sidérurgiques en Europe occidentale – l'ibérie, l'Italie – qui, étant depuis plus longtemps dans l'orbite de Rome, ont pu eux aussi, peu ou prou, jouer un rôle dans la constitution de la sidérurgie romaine et influencer sur les modèles de fourneaux adoptés par cette dernière, en particulier celui des Martys.

L'ibérie ? On ne saurait la négliger. On sait l'ancienneté globale des mines d'au-delà des Pyrénées. S'agissant du fer, les gîtes de la Sierra Nevada ont été exploités entre le ^{ve} et le ^{1er} s. av. J.-C. et ceux de la Sierra Menera (provinces de Teruel et de Guadalajara) au ^{11e} et au ^{1er} s. av. J.-C. (Burillo 1998, p.278-284 ; Domergue 2004, p.138-139). Malheureusement, nous ignorons tout des modèles de bas fourneaux alors en usage outre Pyrénées, et notre désir de comparaison s'arrête là.

L'Italie ? Un site est majeur : Populonia. Les auteurs anciens, l'archéologie ont fait connaître l'ampleur de la production de fer, en particulier à partir des minerais de l'île d'Elbe, à l'époque étrusque (^{VIe-IVe} s. av. J.-C.) et sous la domination romaine (^{111e-11e} s. av. J.-C.). On a souvent évoqué les montagnes de scories du golfe Baratti, mais elles ont peu été explorées, et l'on dispose de plus d'analyses archéométriques (par exemple, Benvenuti *et al.* 2000 ; Chiarantini *et al.* 2003) qu'on ne connaît de vestiges archéologiques bien étudiés. La coupe et la photographie d'un fourneau du ^{11e} s. av. J.-C. publié voilà près de vingt ans

(Voss 1988) sont insuffisants pour qu'on puisse comprendre sa structure et son fonctionnement. Une structure semblable (à moins que ce ne soit la même ?) aurait été trouvée dans ce même secteur, à l'occasion de petites prospections entre 1994 et 1999 (Wiman, Ekman 2000-2001, p.119-120) et les restes de plusieurs fours du ^{VIe-ve} s. av. J.-C., munis de tuyères, ont été mis au jour non loin de là, à Fullonica (Corretti, Benvenuti 2001, p.140-141). Mais ces informations hâtives et partielles manquent de précisions et d'illustrations utilisables : on ne peut même pas savoir s'il s'agit de véritables fourneaux de réduction ou de foyers de forge. Dans ces conditions, on ne peut guère argumenter sur le poids que la technologie développée à Populonia a pu exercer sur la sidérurgie romaine.

Bref, si l'on ne tient compte que de la documentation actuellement disponible, ce serait l'hypothèse gauloise qui tiendrait la corde. Elle a pour elle de bons arguments, en particulier la vitalité de quelques centres sidérurgiques gaulois et l'existence, à La Tène finale, d'un modèle de bas fourneau à écoulement de scorie dont le type de L'Aunay-Truchet serait une illustration. Le bas fourneau "classique" des Martys pourrait être alors considéré comme le fruit de l'*interpretatio romana* d'un modèle gaulois analogue à celui de L'Aunay-Truchet. La version romaine des Martys serait d'une part plus rationnelle et plus "ergonomique", grâce à l'aménagement d'une terrasse où sont encastrés les socles et qui conserve les deux niveaux de travail (devant le fourneau et autour de la cheminée), tout en évitant les inconvénients de la fosse d'accès (espace étroit, réceptacle des eaux de pluie). Elle serait aussi particulièrement bien adaptée aux conditions locales, les puissants blocs de granite du site remplaçant de fragiles parois d'argile et de sable dans la construction du socle. Mais, le fourneau de L'Aunay-Truchet n'a-t-il pas lui-même été influencé par un autre modèle, méditerranéen ou autre ? La quête paraît interminable.

On voit, par ce dernier exemple, à quel point ces problèmes d'origine des techniques sont difficiles à résoudre. C'est essentiellement par manque de documentation, car il est vraisemblable qu'un jour chacune d'elles est apparue quelque part pour la première fois. Mais, quand n'en subsistent ni trace matérielle, ni enregistrement écrit, comment remonter à la première manifestation ? D'où ce stock de connaissances de base dont l'origine, disions-nous plus haut, se perd dans la

nuit des temps. Parfois cependant l'acharnement du chercheur ou une découverte nouvelle permet de mieux isoler l'une d'elles, de mieux la caractériser, de mieux la comprendre. Nous avons essayé de le faire ci-dessus à propos de quelques techniques minières ou métallurgiques, avec un succès mitigé.

DE LA TÈNE MOYENNE ET FINALE À L'ÉPOQUE ROMAINE : L'ORGANISATION DE LA PRODUCTION

Tout le monde s'accorde à reconnaître qu'avec l'arrivée des Romains, partout la production change d'échelle. C'est particulièrement vrai pour les métaux. Un tel effet repose sur deux causes : l'accroissement de la demande consécutive à l'agrandissement de l'Empire, la mise en place d'une organisation qui réponde à cette demande. Avec Rome, nous passons en quelque sorte à l'"économie-monde" et ce passage se marque par une organisation et une rationalisation accrues. En Gaule, la production métallique y est totalement soumise. Très vite, les formes d'exploitation typiquement romaines s'imposent dans ce domaine. Le pouvoir romain arrive en Gaule, riche d'une expérience acquise dans des provinces antérieurement conquises et dont la richesse en métal était un des atouts, principalement la Macédoine et l'Ibérie. Les choses ne traînent pas. En entrant dans le cadre des cités, les peuples gaulois perdent aussi leur autonomie. Le pouvoir romain tranche et coupe.

Ainsi l'abandon des mines d'or du Limousin coïncide avec la conquête romaine. Il est difficile de croire que de tels revenus aient pu passer inaperçus des Romains lors du cens des Gaules, décidé par Auguste en 27 av. J.-C. et encore en cours en 15-16 de notre ère (Dion, 53, 22, 5 ; Tacite, *Annales*, I, 31 et II, 6). Aussi a-t-on pensé que cette fermeture était due à un changement de stratégie de la part de Rome, qui, au lieu d'une exploitation intensive d'un petit nombre de mines "riches", rassemblées sur un espace bien délimité (le Limousin), choisit la mise en valeur extensive des immenses, mais "pauvres", gisements alluviaux du nord-ouest de l'Espagne (Cauet, Domergue, Urteaga 2005, p. 455). Une telle interprétation illustre le changement de perspective : Rome raisonne à l'échelle "monde" et non à l'échelle des cités.

Les formes d'exploitation romaines classiques (Domergue 1990, p. 227-307 ; 2004, p. 222-229 ; Oreja, Sastre 1999, p. 159-164 ; Mateo 2001) ne

tardent pas à apparaître. Dès la fin du II^e s. av. J.-C. et surtout au I^{er} s., les sociétés minières romaines investissent les secteurs miniers, telle la *societas* des mines d'argent du sud-Aveyron et du nord-Hérault (Gourdiolle, Landes 1998). Des domaines miniers sont concédés à des particuliers – les cuivres "livien" ou "sallustien" mentionnés par Pline l'Ancien (*Histoire Naturelle*, 34, 3, 4) – ou aux cités. Ainsi, les Ségusiaves exploitent des mines de plomb, sans doute dans les Cévennes et en commercialisent le métal sous forme de lingots marqués à leur nom (*CIL* XII, 5 700 ; Laubenheimer-Leenhardt 1973, p. 128-129). Narbonne a pu bénéficier des revenus de *ferrariae* du voisinage, qu'au II^e s. ap. J.-C., un notable de la cité, T. Iulius Fadianus, avait pris à ferme (*CIL* XII, 4 398). Enfin, la cité des Éduens aurait contrôlé les mines de fer du district Morvan-Auxois (Mangin *et al.* 1992, p. 231-234). Par ailleurs, au début du III^e s. ap. J.-C., une partie des revenus des *ferrariae* revenait au Conseil des Gaules, par l'intermédiaire d'une institution, l'*arca ferrariarum*, dont un notable Viducasse, T. Iulius Sollemnis, était l'administrateur avec le titre de *iudex* (*CIL* XIII, 3 162 ; Sablayrolles 1989, p. 160). Sous le Haut-Empire, et peut-être dès l'époque augustéenne, des domaines miniers impériaux ont été constitués. C'est le cas dans des mines de plomb de Germanie, peut-être celles du secteur de la *Germania libera* un temps (de 12 av. à 9 ap. J.-C.) contrôlé par Rome, sous Auguste (Rothenhöfer 2004) : les lingots de plomb de Rena Maiore mentionnés plus haut paraissent l'attester (Riccardi, Genovesi 2002, p. 1319-1322). Tibère, quant à lui, possédait, à Labastide-l'Évêque (Aveyron), dans la région de Villefranche-de-Rouergue, des mines d'argent que travaillait une troupe d'esclaves, sous la férule d'un esclave impérial, Zmaragdus (*CIL* XIII, 1 550). Au moins, à partir de la fin du II^e s. ap. J.-C., on voit les fabriques de fer impériales de Gaule gérées par des *procuratores ferrariarum gallicarum*, de rang équestre (Sablayrolles 1989, p. 157-159). Parallèlement, cependant, d'autres *ferrariae* sont entre les mains de particuliers, comme au début du III^e s., celles de Memmia Sosandris (*CIL* XIII, 1 811 ; Sablayrolles 1989, p. 159-160), de la même façon que, sous Auguste, des mines de cuivre en Gaule avaient été la propriété de Livie (Pline, *Histoire Naturelle*, XXXIII, 3).

Pour ce qui est de la production, le complexe sidérurgique romain de la Montagne Noire paraît être un excellent modèle d'organisation : au plan local d'abord (Fabre 2004), avec la division en ateliers, les aménagements collectifs, la fourniture

des équipements techniques nécessaires, parfois venus d'Italie (les *molae asinariae* de *Volsinii* : Domergue, Jarrier, Tollon 1999, p.51-52), l'approvisionnement en vin et autres marchandises. Au plan des débouchés ensuite, s'il est vrai que, comme semblent l'indiquer les études archéométriques, une partie au moins des cargaisons de barres de fer présentes dans les épaves du 1^{er} s. av. et du 1^{er} s. ap. J.-C., localisées devant l'embouchure d'un bras du Rhône, près des Saintes-Maries-de-la-Mer provenait bien de la Montagne Noire (Long, Rico, Domergue 2002 ; Coustures *et al.* 2003 ; à paraître). On a aussi supposé que ce fer avait peut-être été destiné d'abord aux légions de César puis aux armées romaines stationnées dans les camps du Rhin (Domergue *et al.* 2003). C'était une façon d'écouler au moins une partie du fer fabriqué et conditionné par les ateliers de la région des Martys, dont la production a été évaluée à quelque 80 000 tonnes au cours de trois siècles (Decombeix *et al.* 1998 ; 2000). Le fer a été, à cette époque, le métal le plus indispensable à l'économie tant domestique que publique, la Gaule était riche en mines de fer, le pouvoir romain s'est logiquement ingénié à "doper" la production de ce métal, les résultats ne se sont pas fait attendre : ce que nous venons de dire ci-dessus le montre.

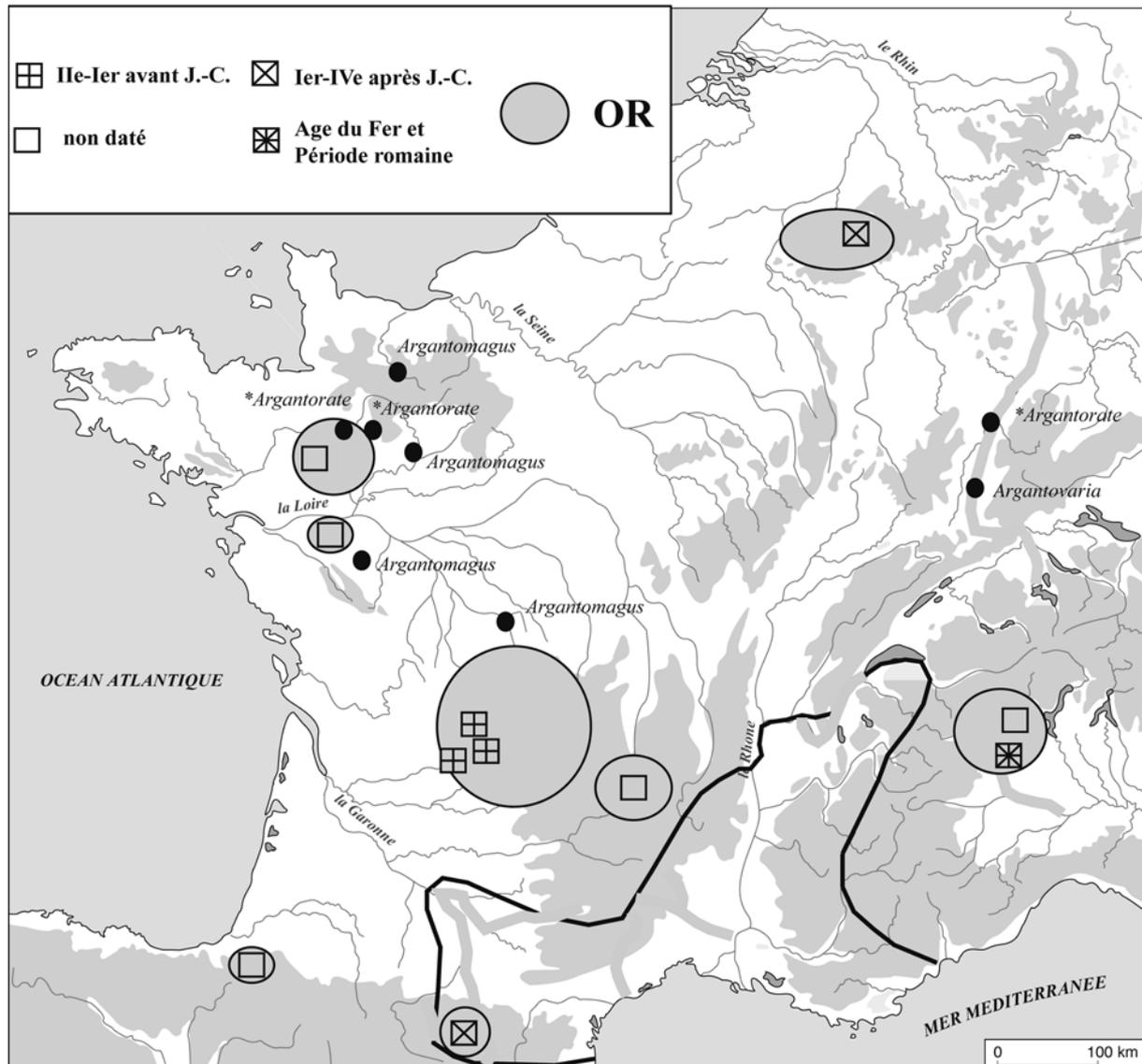
L'organisation romaine : un bulldozer. Que reste-t-il de l'organisation gauloise de la production des métaux ? Au temps de l'indépendance, les Pétrécors, les Bituriges, les Tarbelli, les Gabales, les Rutènes devaient exploiter pour leur compte les mines métalliques qui, selon Diodore et Strabon, se trouvaient sur leur territoire respectif, et la gestion de ces dernières reposait sans doute entre les mains soit de magistrats désignés à cet effet, soit des hauts personnages de la cité. La conquête romaine a bien sûr changé tout cela : les mines ont échappé aux cités, sauf concession formelle à telle ou telle d'entre elles (*cf.* plus haut l'exemple des Ségusiaves, des Narbonnais, etc.) et elles ont été gérées, comme le montrent les exemples énumérés ci-dessus, à la romaine. De l'organisation gauloise, il ne reste rien, sinon le souvenir qui en transparaît, peut-être, dans certains noms d'agglomérations ou de magistratures, fantômes sans vie, dont on voudrait évoquer maintenant l'ancienne réalité.

Cela suppose d'abord que l'on admette une hypothèse développée ailleurs (Paillet, à paraître), selon laquelle, en Gaule, dès une époque pré-romaine ancienne, **arganton* désignerait l'or et non l'argent. Dans cette hypothèse, la langue

gauloise (Delamare 2001, p.46) semblerait ne pas avoir eu de mot spécifique pour désigner l'argent, ce qui s'accorderait avec ce que nous disions plus haut du manque d'intérêt des Gaulois pour ce métal. On identifie d'autre part pour le moins deux séries de toponymes celtiques : ceux en *-rate* et ceux en *-magos*. Parmi les premiers, se rangent divers **Argantorate* (étymologiquement "le fort de l'or") connus en France : *Argantorate*-Strasbourg (Bas-Rhin) et deux autres **Argantorate* attestés sous le nom d'Argentré, l'un en Ille-et-Vilaine, l'autre en Mayenne. Or tous ces **Argantorate* se trouvent dans des zones d'orpaillage reconnues. L'exemple du Rhin est particulièrement bien documenté, comme on l'a vu plus haut, spécialement entre Bâle et Mayence, et il faut alors joindre à *Argantorate*-Strasbourg un autre toponyme, *Argantovaria* ("le peuple de l'or", Bisheim), situé en amont. Dans ce cas de "l'or du Rhin", cette interprétation s'ajuste à l'affirmation de Diodore (V,27, 1) selon laquelle les Gaulois de ces régions exploitaient traditionnellement l'or et non l'argent.

Dans la série des toponymes en *-magos* se trouvent d'abord des *Argantomagos* -Argenton (ou Argentan), qui paraissent liés à des zones de production d'or filonien, celle du Limousin pour Argenton-sur-Creuse, celles de la Mayenne et du filon des Miaules pour Argentan (Orne) et Argenton-d'Allonnes (Maine-et-Loire). L'idée essentielle serait que ces "plaines-marchés de l'or" (sens précis *d'Argantomagos*) assuraient le débouché de ces produits symétriquement au rôle joué par les "forts de l'or" (*-rate*, comme dans *Argantorate*) dans les zones d'orpaillage (ill. 14). Appartient à la même série le toponyme *Cassinomagos*-Chassenon (Charente), qui serait donc le "marché-débouché de l'étain" (celui des Monts-de-Blond ?), à partir de *cass-/cassino-* désignant l'étain (Bernardo Stempel 1998 ; Lambert 2003 ; Paillet à paraître).

S'agissant plus spécialement de l'or, il s'ensuit que nous pouvons reconstituer une double série de réseaux par lesquels la future *Gallia aurifera* s'est fait connaître de ses voisins en les alimentant en or d'origine filonienne ou alluviale. Dans la première catégorie figurent les *Argantomagos*-Argenton (ou Argentan), dans la seconde les *Argantorate*-Argentré. L'ensemble du territoire de la Gaule – si nous lui accordons une unité sans doute en partie anachronique – était en quelque sorte doublement structuré : par les cinq grands fleuves, dont certains riches en or, providentielle-



14. Situation des toponymes formés sur *Argantorate et Argantomagos par rapport aux zones aurifères de la Gaule (V. Serneels del.).

ment distribués, comme le dit en termes stoïciens Diodore après Posidonius, mais aussi par l’articulation heureuse des massifs producteurs d’or et des plaines propices au marché (*magos*). À cette double structuration se surimposa celle des limites de peuples : elles correspondent souvent à des cours d’eau, tandis que des plaines-marchés, zones de contacts et d’échanges, jalonnent ces frontières (Jullian 1908 p.230-239, Linckenheld 1936). L’exemple le plus caractéristique est, évidemment, celui d’Argenton-sur-Creuse, site dans lequel il est extrêmement tentant de voir un des principaux débouchés de l’or des Lémovices.

On est, ainsi, conduit à envisager la “greffe” de bon nombre de ces productions locales et régio-

nales – parallèlement à celles de l’étain – sur le fameux circuit international des métaux précieux. Celui-ci prenait naissance en Cornouaille, pour aboutir à la Méditerranée, par la Seine, la Loire ou la Garonne. Ainsi pourraient s’expliquer le cas d’Argentan et de la vallée de l’Orne en direction de la Manche et de l’estuaire de la Seine, celui d’Argenton-sur-Creuse et du tracé de la rivière éponyme jusqu’à la Loire ; celui, enfin, de l’Argenton du Maine-et-Loire, qui se jette dans un affluent de rive gauche de la Loire, comme de l’Argenton d’Allonnes, sur la Sarthe, affluent de la rive droite. Il faut, probablement, établir une relation étroite entre certains de ces sites aurifères de l’ouest et le réseau des sanctuaires de Mars Mullo, notamment

celui d'Allonnes et, plus encore, celui de Craon, installé en pleine zone métallurgique.

Si l'hypothèse qui est développée ci-dessus est juste, il faut bien reconnaître que ne subsistent que de rares vestiges de ces réseaux économique-politiques. C'est aussi le cas de certaines magistratures civiques – *argentodannat* et *cassidannat* – bien attestées à La Graufesenque (Condate/Millau dans l'Aveyron) sur des comptes de potiers, et, dans le cas de l'*argentodannat*, sur des monnaies du nord et de l'est de la Gaule. Comme on le pense avec vraisemblance (Lambert 2003, p. 134-135 ; Paillet à paraître), ces magistratures ont dû correspondre, vers la fin de l'époque gauloise, à des fonctions monétaires et il est plausible qu'à des périodes antérieures, les titulaires de ces magistratures aient eu un pouvoir de contrôle du commerce de l'or et de l'étain. En revanche, à l'époque gallo-romaine, ils semblent n'avoir plus été que des "magistrats techniques" chargés, comme à La Graufesenque dans le milieu des potiers, d'attester que les comptes étaient justes. On pressent ainsi le rôle que ces "magistrats du métal" ont dû jouer chez les peuples gaulois (Lewuillon 2004 ; Paillet à paraître), et l'on mesure le peu qui reste attaché à ces fonctions dans les cités gallo-romaines. Comme on l'a vu ci-dessus, l'autorité romaine a confisqué à son profit le contrôle de la production des métaux.

CONCLUSION

En Gaule, avec la conquête romaine, l'activité minière semble connaître un net développement marqué par une forte augmentation de la production. C'est clairement sensible pour le fer dont la production, là où elle existait déjà, s'intensifie, alors qu'elle se développe rapidement dans des districts apparemment encore vierges. Le grand potentiel sidérurgique de la Gaule n'a pas échappé aux Romains qui l'ont mis en valeur de manière systématique. L'Empire a besoin de fer, la Gaule, avec ses mines et ses forêts, y pourvoira. Pour le plomb, l'argent et le cuivre, les ressources de la Gaule sont de moindre importance si on les compare à celles d'autres provinces. Pour ces métaux également, les Romains vont néanmoins développer les exploitations. Le cas de l'or apparaît paradoxal : tout indique que les Gaulois ont intensivement recherché et exploité les minerais et sables aurifères. Avec l'arrivée des Romains, cette dynamique semble s'essouffler et l'activité décroître : conclusion étonnante quand

on observe l'ardeur avec laquelle ces mêmes Romains se jettent sur les ressources de l'Ibérie, de la Macédoine et plus tard de la Dacie. Le constat s'affirme de plus en plus clairement. L'explication demeure difficile à formuler.

Par ailleurs, sous l'occupation romaine, le cadre socio-économique (organisation, gestion, distribution) dans lequel se déroulait au temps de l'indépendance la production des métaux disparaît totalement et il est probable que nous n'en connaîtrons pas plus le détail que les préoccupations qui l'ont inspiré, sauf heureuse découverte d'un texte ou d'une inscription. Pourtant, la dichotomie *-magos/-rate*, mise en évidence par l'étude étymologique de certains toponymes d'origine celtique, semble garder la trace d'une organisation de la distribution des métaux sur le territoire de la Gaule. Mais, dans le modèle que Rome a imposé à cette dernière, il n'en subsiste aucun vestige, ce qui rend probable qu'en fait, ce nouveau système n'en a pas conservé le moindre élément.

Il n'en va pas de même quand on aborde le domaine des techniques minières ou métallurgiques. Certes, nous l'avons vu, de la masse d'un savoir-faire traditionnel – héritage de plusieurs générations de mineurs et de métallurgistes, mélange d'échanges et d'emprunts faits à des cultures diverses – il est difficile d'extraire une technique qui soit typiquement gauloise et que l'on puisse retrouver chez les mineurs et les métallurgistes à l'époque romaine. Nous y sommes parvenus dans quelques cas, sans vraiment arriver à des certitudes, mais en saisissant la chance qui nous était donnée de pouvoir nous appuyer sur des réalités assez solides pour au moins discuter l'éventualité d'un transfert technologique.

Autrement dit, cet ensemble de connaissances qui constitue le fonds commun de l'art des mines et de la métallurgie n'est pas totalement fermé à la recherche. Mais il ne faut pas vouloir tout éclairer maintenant. Certes, disions-nous en commençant, dans ce domaine la recherche est souvent vaine, car l'origine de nombreuses techniques se perdait dans la nuit des temps. Mais il suffit en effet d'une heureuse découverte – y compris dans les domaines, aujourd'hui en pleins progrès, du lexique et de la toponymie celtiques – pour que tel côté de ce savoir de base en soit éclairé et que l'on en distingue mieux l'histoire. Il y aurait aussi, dans ce contexte de continuité, à examiner quand et comment les nouvelles dénominations latines des métaux ont remplacé les vocables celtiques : *ferrum* à la place d'*isarnon*, *aurum* à la place d'*ar-*

ganton, arrivée d'*argentum* = argent, *stagnum* ou *plumbum album* au lieu de *cass-* pour l'étain etc. Toutefois, ce problème qui ne touche pas seulement à la toponymie, mais concerne aussi la « perception » des métaux par les intéressés et l'évolution-structuration de cette perception, nous entraînerait trop loin de notre sujet proprement dit. Quoi qu'il en soit, en terminant, ne saurions-nous trop insister sur le caractère ponctuel et circonstanciel de ce qui précède. Comme en tout domaine, cette première estimation repose

sur l'information disponible au temps " t " et ne préjuge pas ce que l'avenir apportera dans ce domaine. Or, l'archéologie minière et métallurgique est une discipline encore jeune et les espaces sur lesquels elle peut s'exercer sont vastes. En France, comme ailleurs, nombre de ces espaces sont totalement inconnus. Que livreront-ils dans les années qui viennent ? Peut-être verra-t-on alors la dette de l'art des mines romain envers ses prédécesseurs, spécialement nos ancêtres les Gaulois, s'alourdir encore.

BIBLIOGRAPHIE

Abraham 2000 : ABRAHAM (Ph.). — Les mines d'argent antiques et médiévales du district minier de Kaymar (nord-ouest de l'Aveyron). In : **Domergue, Leroy 2000**, p. 123-127.

Abraham, Morasz 1997 : ABRAHAM (Ph.), MORASZ (J.-G.). — Occurrence d'une métallurgie de l'étain en Viadène (nord Aveyron). Prospections archéologiques et recherche de gisements. In : Mélanges Claude Domergue I. *Pallas. Revue d'études antiques*, 46, 1997, p. 219-231.

Alonso, Izquierdo 1990 : ALONSO (M.), IZQUIERDO (P.). — *Les mines préhistoriques de Gava. Una introducció al neolític català. La Sentiu. Quaderns de divulgació*, 15, mai 1990.

Alonso Martínez 1997 : ALONSO MARTÍNEZ (N.). — Origen y expansión del molino rotativo bajo en el Mediterráneo occidental. In : AMOURETTI (M.-C.), GARCIA (D.), MEEKS (D.), POMEY (P.) dir. — *Techniques et économie antiques et médiévales : le temps de l'innovation*. Actes du colloque International (CNRS), Aix-en-Provence, 21-23 mai 1966. Paris : Errance, 1997, p. 15-19.

Ambert 1997 : AMBERT (P.) dir. — *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques*. Actes du colloque tenu à Cabrières (Hérault) du 16 au 19 mai 1997. *Archéologie en Languedoc. Revue de la Fédération Archéologique de l'Hérault*, 21, 1997.

Ambert et al. 1996 : AMBERT (P.), CAROZZA (L.), LÉCHELON (B.), HOULÈS (N.). — De la mine au métal au sud du Massif Central au Chalcolithique (données nouvelles : régions de Cabrières, Fayet, Villefranche de Rouergue). *Archéologie en Languedoc. Revue de la Fédération Historique de l'Hérault*, 20, 1996, p. 35-42.

Ambert, Coularou, Guendon 2003 : AMBERT (P.), COULAROU (J.), GUENDON (J.-L.). — État des recherches concernant le village chalcolithique de

métallurgistes de la Capitelle du Brou. In : FERNÁNDEZ MANZANO (J.), HERRÁN MARTÍNEZ (J. I.) dir. — *Mineros y fundidores en el inicio de la Edad de los Metales. El Midi francés y el Norte de la Península Ibérica*. León, 2003, p. 49-58.

Ambert, Carozza 1996 : AMBERT (P.), CAROZZA (L.). — Origine et développement de la première métallurgie française : état de la question. In : **Ambert et al., 1996**, p. 43-56.

Ancel 1997 : ANCEL (B.). — La mine de cuivre des Clausis à Saint-Véran : apports des sources écrites et relevés des travaux protohistoriques souterrains. In : **Ambert 1997**, p. 121-128.

Ancel et al. 1998 : ANCEL (B.), COTTET (M.), KAMMENTHALER (E.), MORIN (D.), OPPIZZI (P.), TIZZONI (M.). — La mine de cuivre de Campolungo (Val Camonica - Bienno - Italie), une exploitation révolutionnaire de l'âge du Fer. *Notizie Archeologiche Bergonensi*, 1998 - 6, p. 163-183.

Ancel et al. 2001 : ANCEL (B.), DARDIGNAC (C.), PARENT (G.), BEYRIE (A.). — La mine de cuivre antique des Trois Rois à Banca, Vallée de Baïgorry (Pyrénées-Atlantiques). In : SABLAYROLLES (R.) dir. — *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité*. Table ronde d'octobre 1999, Toulouse-Le Mirail, Saint-Bertrand-de-Comminges. 2001, p. 179-194.

Ardaillon 1897 : ARDAILLON (E.). — *Les mines du Laurion dans l'Antiquité*. Paris, 1897.

Aubin 1999 : AUBIN (G.). — Le monnayage de l'or en Armorique : territoires, peuples, problèmes d'attribution, In : **Cauuet 1999b**, p. 409-416.

Barge 1997 : BARGE (H.). — L'installation métallurgique préhistorique de la Cabane des Clausis, à Saint-Véran (Hautes-Alpes). In : **Ambert 1997**, p. 99-110.

- Barrandon, Aubin 1994** : BARRANDON (J.-N.), AUBIN (G.). — Les monnayages armoricains. In : BARRANDON (J.-N.), AUBIN (G.), BENUSIGLIO (J.), HIERNARD (J.), NONY (D.), SCHEERS (S.) dir. — *L'Or gaulois : le trésor de Cheveanceaux et les monnayages de la façade atlantique*. Paris : CNRS, 1994, p. 141-265 (Cahiers Ernest-Babelon ; 6).
- Benvenuti et al. 2000** : BENVENUTI (M.), MASCARO (I.), COSTAGLIOLA (P.), TANELLI (G.), ROMUALDI (A.). — Iron, copper and tin at Baratti, Populonia : smelting processes and metal provenances. *Historical Metallurgy. The Journal of the Historical Metallurgy Society*, 34/2, 2000, p. 67-76.
- Bernardo Stempel 1998** : DE BERNARDO STEMPEL (P.). — Minima Celtica zwischen Sprach- und Kulturgeschichte. In : ANREITER (P.), BARTOSIEWICZ (L.), JEREM (E.), MEID (W.) dir. — *Man and the animal world. Studies in memoriam Sándor Bökönyi*. Budapest, 1998, p. 601-610.
- Beyrie 2003** : BEYRIE (A.). — *Mines et métallurgies antiques au Pays Basque : un vecteur de romanisation ?* Toulouse : université de Toulouse-Le Mirail, 2003 (Thèse de doctorat multigraphiée).
- Beyrie et al. 2003** : BEYRIE (A.), GALOP (D.), MONNA (F.), MOUGIN (V.). — La métallurgie du fer au Pays Basque durant l'Antiquité. État des connaissances dans la vallée de Baigorri (Pyrénées-Atlantiques) *Aquitania*, 19, 2003, p. 49-66.
- Bode et al. 2003** : BODE (M.), BAUMANN (A.), HAUPTMANN (A.), METZGER (K.), PRANGE (M.). — Geochemical and lead isotope investigations for lead production in Roman times in the Rhineland and in Westphalia (Germany). In : *International Conference : Archaeometallurgy in Europe (24-25-26 september 2003. Milan, Italy). Proceedings*, vol. 1. Milan : Associazione Italiana di Metallurgia, 2003, p. 201-209.
- Bostyn, Lanchon 1992** : BOSTYN (F.), LANCHON (Y.) dir. — *Jabline. Le Haut-Château (Seine-et-Marne). Une minière de silex au Néolithique*. Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 1992 (DAF ; 35).
- BouDET 1996** : BOUDET (R.). — Nouvelles recherches sur la tombe à char de la fin de l'âge du Fer de Bordeneuve de Bory à Boé. In : BOUDET (R.). — *Rituels celtes d'Aquitaine*. Paris : Errance, 1996 (Archeologie d'Aujourd'hui).
- Burillo 1998** : BURILLO (F.). — *Los Celtíberos. Etnias y estados*. Barcelone, 1998.
- Cauuet 1995** : CAUUNET (B.). — Celtic gold mines in west central Gaul. In : **Morteani, Northover 1995**, p. 219-240.
- Cauuet 1997** : CAUUNET (B.). — Boisages et techniques d'exhaure gaulois à la mine d'or de La Fagassière (Château-Chervix, Haute-Vienne). In : *Mélanges Claude Domergue 1. Pallas. Revue d'études Antiques*, 46, 1997, p. 197-218.
- Cauuet 1999a** : CAUUNET (B.) dir. — *L'or dans l'Antiquité : de la mine à l'objet*. Toulouse : Fédération Aquitania, 1999 (Aquitania, Supplément ; 9).
- Cauuet 1999b** : CAUUNET (B.). — L'exploitation de l'or en Gaule à l'âge du Fer. In : **Cauuet 1999a**, p. 31-70.
- Cauuet 2000** : CAUUNET (B.). — Techniques de boisages dans les mines d'or gauloises du sud-ouest du Massif Central (France). In : **Domergue, Leroy 2000**, p. 129-146.
- Cauuet 2001** : CAUUNET (B.). — Mines d'or des Pyrénées et du Massif Central dans l'Antiquité. In : UGAGLIA (É.), FANTUZZO (F.), ROQUES (D.) coll. — *L'or de Tolosa*. Catalogue d'exposition, Musée Saint-Raymond, Toulouse. Toulouse : Odyssee, 2001, p. 31-64.
- Cauuet 2004** : CAUUNET (B.). — *L'or des Celtes du Limousin*. Limoges : Culture et Patrimoine en Limousin, 2004.
- Cauuet 2005** : CAUUNET (B.). — Les mines d'or antiques d'Europe hors péninsule Ibérique : état des connaissances et travaux récents. *Pallas. Revue d'Études latines*, 67, 2005, p. 241-291.
- Cauuet, Tollon 1999** : CAUUNET (B.), TOLLON (F.). — Problèmes posés par le traitement des minerais et la récupération de l'or dans les mines gauloises du Limousin. In : **Cauuet 1999a**, p. 186-196.
- Cauuet, Domergue, Urteaga 2005** : CAUUNET (B.), DOMERGUE (C.), URTEAGA (M.). — Mines et métallurgie en Aquitaine et en Hispanie septentrionale sous les Julio-Claudiens. In : *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque julio-claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux. Colloque Aquitania, Saintes, 11-13 septembre 2003. Bordeaux, 2005*, p. 423-460 (*Aquitania*, supplément ; 13).
- Chiarantini et al. 2003** : CHIARANTINI (L.), BENVENUTI (M.), VILLA (I.M.), COSTAGLIOLA (P.), MASCARO (I.), TANELLI (G.). — Investigation of copper slags from the Etrusco-Roman site of Populonia-Baratti (Southern Tuscany, Italy). In : *International Conference : Archaeometallurgy in Europe (24-25-26 september 2003. Milan, Italy). Proceedings*, vol. 1. Milan : Associazione Italiana di Metallurgia, 2003, p. 535-543.
- Corretti, Benvenuti 2001** : CORRETTI (A.), BENVENUTI (M.). — The beginning of iron metallurgy in Tuscany, with special reference to Etruria mineraria. In : DESCOEUDRES (J.-P.), HUYSECOM (E.), SERNEELS (V.), ZIMMERMANN (J.-L.) dir. — *The origin of Iron Metallurgy. Proceedings of the colloquium in Geneva 4-7 June 1999. Mediterranean Archaeology. Australian and New Zealand Journal for the Archaeology of the mediterranean World*. 2001, 14, p. 127-145.
- Coustures et al. 2003** : COUSTURES (M.-P.), BÉZIAT (D.), TOLLON (F.), DOMERGUE (C.), LONG (L.), REBISCOUL (A.). — 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 Martyrs, Montagne Noire, and Les Ferrys, Loiret). *Archaeometry*, 45, 4, 2003, p. 589-603.

Coustures et al. à paraître : COUSTURES (M.-P.), RICO (Chr.), BÉZIAT (D.), DJAOUI (D.), LONG (L.), DOMERGUE (C.), TOLLON (F.). — Le point sur le fer des épaves sous-marines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône). Le problème de sa provenance traité par l'archéométrie. *Gallia*, 2006 (à paraître).

Daubrée 1868 : DAUBRÉE (A.). — Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule. *Revue Archéologique*, 17 (2^e série), 1868, p. 298-313.

Daubrée 1881 : DAUBRÉE (A.). — *Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule*. Paris : Librairie académique Didier et Cie, 1881, p. 201-221, 261-284, 327-353.

Davies 1935 : DAVIES (O.). — *Roman mines in Europe*. Oxford, 1935, p. 76-93.

Decombeix et al. 1998 : DECOMBEIX (P.-M.), DOMERGUE (C.), FABRE (J.-M.), TOLLON (F.). — Évaluation du volume des ferriers romains du domaine des Forges (Les Martyrs, Aude), de la masse de scories qu'ils renferment et de la production de fer correspondante. *Revue d'Archéométrie*, 22, 1998, p. 77-90.

Decombeix et al. 2000 : DECOMBEIX (P.-M.), DOMERGUE (C.), FABRE (J.-M.), GORGUE (A.), RICO (C.), TOLLON (F.), TOURNIER (B.). — Réflexions sur l'organisation de la production du fer à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Dure, au voisinage des Martyrs (Aude). In : **Domergue, Leroy 2000**, p. 23-36.

Delamare 2001 : DELAMARE (X.). — *Dictionnaire de la langue gauloise*. Paris : Errance, 2001.

Dieudonné-Glad 1992 : DIEUDONNÉ-GLAD (N.). — La métallurgie du fer autour d'Avaricum (Bourges) dans l'Antiquité. *Revue Archéologique du Centre de la France*, 31, 1992, p. 57-74.

Domergue 1982 : DOMERGUE (C.) dir. — *Mines et fonderies antiques de la Gaule*. Table ronde du CNRS, université de Toulouse-le Mirail, 21-22 novembre 1980. Paris : CNRS, 1982.

Domergue 1987 : DOMERGUE (C.) dir. — *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la péninsule Ibérique*. Madrid : Publications de la Casa de Velázquez, 1987 (Série Archéologie ; 8).

Domergue 1990 : DOMERGUE (C.). — *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Rome : École française de Rome, 1990 (Collection de l'École française de Rome ; 127).

Domergue 1998a : DOMERGUE (C.). — Remarques sur le fonctionnement des laveries planes du Laurion. In : *Arguritis guê, Mélanges offerts à K. Konopagos*. Athènes, 1998, p. 33-42.

Domergue 1998b : DOMERGUE (C.). — Le miniere d'oro della Bessa nella storia delle miniere antiche. In : MERCANDO (L.) dir. — *Archeologia in Piemonte*, vol. II : *L'Età Romana*. Turin, 1998, p. 207-222.

Domergue 2004 : DOMERGUE (C.). — Les mines et la production des métaux dans le monde méditerranéen au 1^{er} millénaire avant notre ère : du producteur au consommateur. In : LEHOËRF (A.) dir. — *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en méditerranée occidentale. Techniques, lieux et formes de production*. Rome : École française de Rome, 2004, p. 129-159. Collection de l'École française de Rome ; 332.

Domergue à paraître : DOMERGUE (C.). — 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.), VAGINAY (M.) dir. — *Actes du 28^e colloque International de l'AFEAF, Toulouse, mai 2004*, à paraître.

Domergue et al 1997 : DOMERGUE (C.), BÉZIAT (D.), CAUJET (B.), JARRIER (C.), LANDES (C.), MORASZ (J.-G.), OLIVA (P.), PULOU (R.), TOLLON (F.). — Les moulins rotatifs dans les mines et les centres métallurgiques antiques. In : AMOURETTI (M.-C.), GARCIA (D.), Meeks (D.) dir. — *Techniques et économie antique et médiévale. Le temps de l'innovation*. Paris : Errance, 1997, p. 48-61.

Domergue, Jarrier, Tollon 1999 : DOMERGUE (C.), JARRIER (C.), TOLLON (F.). — La métallurgie extractive du fer dans la Montagne Noire (France) à l'époque romaine. Nouveaux documents. *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 32, 1999, p. 77-86.

Domergue, Leroy 2000a : DOMERGUE (C.), LEROY (M.) dir. — Mines et métallurgies en Gaule. Recherches récentes. *Gallia*, 57, 2000.

Domergue, Leroy 2000b : DOMERGUE (C.), LEROY (M.). — L'état de la recherche sur les mines et les métallurgies en Gaule, de l'époque gauloise au haut Moyen-Âge. In : **Domergue, Leroy 2000a**, p. 3-10.

Domergue et al. 2003 : DOMERGUE (C.), BENQUET (L.), DECOMBEIX (P.-M.), FABRE (J.-M.), GORGUES (A.), RICO (C.), TOLLON (F.). — La guerre des Gaules et les débuts de la sidérurgie romaine en Montagne Noire. *Pallas. Revue d'études Antiques*, 63, 2003, p. 241-247.

Doswald 1994 : DOSWALD (C.). — 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*. Actes du colloque de Besançon, novembre 1993. Paris : Les Belles Lettres, 1994, p. 333-343 (Annales Littéraires de l'université de Besançon [ALUB], 536/Série Archéologie ; 40).

Dubois, Guilbaut 1982 : DUBOIS (C.), GUILBAUT (J.-E.). — Antiques mines de cuivre du Séronais (Pyrénées ariégeoises). In : **Domergue 1982**, p. 95-123.

- Dubois, Guilbaut, Tollon 1997** : DUBOIS (C.), GUILBAUT (J.E.), TOLLON (F.). — Les anciennes métallurgies du front montagnard ariégeois (fer et non-ferreux, 1^{er} s. av. notre ère à XIII^e s.). In : **Ambert 1997**, p. 203-215.
- Dunikowski, Cabboi 1995** : DUNIKOWSKI (Chr.), CABBOI (S.). — *La sidérurgie chez les Sénonis : les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne)*. Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 1995 (DAF ; 51).
- Dunikowski, Cabboi 2001** : DUNIKOWSKI (Chr.), CABBOI (S.). — L'extraction du minerai de fer, la production du charbon de bois et la réduction du minerai de l'âge du fer, de la période romaine et du haut Moyen Âge dans le nord de la France (les exemples du site des Clérimois, département de l'Yonne, et ensemble des sites de la Sarthe). In : *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX*, Andorra, 2001). Andorra : Ministeri de Cultura, Area de recerca Històrica, 2001, p. 189-210.
- Duval, Heude 1983** : DUVAL (A.), HEUDE (D.) dir. — *L'art celtique en Gaule : collections des musées de Province*. 1983. Catalogue de l'exposition, Marseille - Paris - Bordeaux - Dijon, 1983-1984. Paris : Ministère de la Culture, 1983.
- Fabre 2004** : FABRE (J.-M.). — Le domaine des Forges, Les Martyrs. In : MANGIN (M.) dir. — *Le fer*. Paris : Errance, 2004, p. 182-184 (Collection Archéologiques).
- Fabre, Coustures 2005** : FABRE (J.-M.), COUSTURES (M.-P.). — La recherche sur la sidérurgie antique en France. Chronique bibliographique 1985-2004. *Pallas. Revue d'Études Latines*, 67, 2005, p. 293-325.
- Fluck 1993** : FLUCK (P.). — Montanarchäologische Forschungen in den Vogesen. Eine Zwischenbilanz. - In : STEUER (H.), ZIMMERMANN (U.) dir. — *Montanarchäologie in Europa. Berichte zum Internationalen Kolloquium "Frühe Erzgewinnung und Verhüttung in Europa" in Freiburg im Breisgau vom 4. bis 7. Oktober 1990*. Sigmaringen : Jan Thorbecke Verlag, 1993, p. 267-289 (Archäologie und Geschichte. Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland ; 4).
- Galliou 1982** : GALLIOU (P.). — Mines et métaux de l'ouest de la Gaule. In : **Domergue 1982**, p. 21-32.
- Gambari 1999** : GAMBARI (F.). — Premières données sur les *aurifodinae* (mines d'or) protohistoriques du Piémont (Italie). In : **Cauuet 1999a**, p. 87-92.
- Gimard 1987** : GIMARD (A.). — Les travaux romains des mines de plomb argentifère de Macôt-la Plagne. In : CHEVALIER (R.) dir. — *Mines et métallurgie en Gaule et dans les provinces romaines*. Actes du colloque, Paris, 26 et 27 avril 1986. Paris, 1986, p. 98-113 (Caesarodunum ; 23).
- Gourdiolle, Landes 1998** : GOURDIOLE (R.), LANDES (Chr.). — La Transalpine minière : des Monts-d'Orb au bassin de Lodève. In : SCHNEIDER (L.), GARCIA (D.). — *Le Lodévois 34/1*. Paris, 1998, p. 53-66 (Carte archéologique de la Gaule).
- Gruel, Gale 1982** : GRUEL (K.), GALE (N.). — Quelques constatations sur l'origine de l'argent des monnaies Coriosolites. In : **Domergue 1982**, p. 293-304.
- Guénette-Beck 2005** : GUÉNETTE-BECK (B.). — *Mines, métaux, isotopes : recherches archéométriques sur les mines de plomb et d'argent en Valais, Suisse*. Thèse de doctorat. Lausanne : université de Lausanne, 2005 (multigraphiée).
- Guilaine 1997** : GUILAINE (J.). — Les débuts de la métallurgie du cuivre en Méditerranée occidentale. Questions ouvertes, hypothèses archéologiques. In : **Ambert 1997**, p. 9-16.
- Guilbaut 1981** : GUILBAUT (E.). — La mine de cuivre gallo-romaine du Goutil, à Labastide-de-Sérou (Ariège). *Gallia*, 39, 1981, p. 71-110.
- Guilbaut, Landes 1977** : GUILBAUT (J.E.), LANDES (C.). — Recherches récentes sur les mines et la métallurgie romaines de la Montagne Noire. In : *Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines de l'Antiquité à nos jours*. Montpellier : Fédération Historique du Languedoc Méditerranéen et du Roussillon, 1977, p. 41-53.
- de Hoz 2003** : HOZ (J. de). — El léxico minero de Plinio y su posible origen hispano. *Palaeohispanica*, 3, 2003, p. 73-100.
- Jovanovic 1982** : JOVANOVIĆ (B.). — *Rudna Glava. Die älteste Kupferbergbau im Zentralbalkan*. Belgrade, 1982.
- Jovanovic 1989** : JOVANOVIĆ (B.). — Les premières mines de cuivre des Balkans et le rôle qu'elles ont joué dans le développement de la métallurgie en Europe du Sud-Est. In : DOMERGUE (C.) dir. — *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, 1. Coloquio Internacional Asociado, Madrid, 24-28 octobre 1986. Madrid : Ministerio de Cultura, 1989, p. 13-19.
- Jullian 1908** : JULLIAN (C.). — *Histoire de la Gaule*, I. Paris : Hachette, 1908.
- Kepper 2004** : KEPPEL (J.). — A hindered settling model applied to the flat-washing platforms at Laurium, Greece. *Historical Metallurgy. Journal of the Historical Metallurgy Society*, 36, 2004, p. 75-83.
- Körlin, Gechter 2003** : KÖRLIN (G.), GECHTER (M.). — Römischer Bergbau auf dem Lüderich – Vorbericht über die Grabungen 2000-2002. In : STÖLLNER (T.), KÖRLIN (G.), STEFFENS (G.), CIEMY (J.) dir. — *Man and Mining – Mensch und Bergbau. Studies in honour of Gerd Weisgerber on occasion of his 65th birthday*. Bochum, 2003, p. 237-248 (Der Anschnitt ; Beiheft 16).
- Lacroix 2005** : LACROIX (J.). — *Les noms d'origine gauloise. La Gaule des activités économiques*. Paris : Errance, 2005 (Collection des Hespérides).

Lambert 2003 : LAMBERT (P.-Y.). — *La langue gauloise. Description linguistique, commentaire d'inscriptions choisies*. Paris : Errance, 2003 (Collection des Hespérides).

Laubenheimer-Leenhardt 1973 : LAUBENHEIMER-LEENHARDT (F.). — *Recherches sur les lingots de cuivre et de plomb d'époque romaine dans les régions de Languedoc-Roussillon et de Provence-Corse*. Paris : CNRS, 1973 (Revue Archéologique de Narbonnaise, Suppl. ; 3).

Lautier 1975 : LAUTIER (J.). — Deux mines antiques peu connues de l'Albigeois. Le "Trou des Anglais" à Ambialet. Le "Puy Ferrat" à Crespin. In : *Actes du 98^e Congrès National des Sociétés savantes (Saint-Étienne), 1973. Section d'archéologie et d'histoire de l'art. Archéologie minière. Forez et Massif Central*. Paris : Bibliothèque nationale, 1975, p. 79-92.

Leblanc 1997 : LEBLANC (M.). — Gîtes et gisements de cuivre de la France Méridionale : typologie et caractéristiques géochimiques. In : **Ambert 1997**, p. 21-26.

Lehrberger 1995 : LEHRBERGER (G.). — The gold deposits of Europe : an overview of the possible metal sources for prehistoric gold objects. In : **Morteani, Northover 1995**, p. 115-144.

Leroy 2001 : LEROY (M.). — La production sidérurgique en Gaule : changements et mutations perceptibles entre le Haut Empire et les débuts du haut Moyen Âge. In : POLFER (M.) dir. — *L'artisanat romain : évolutions, continuités et ruptures (Italie et provinces occidentales)*. Actes du 2^e colloque d'Erpeldange 26-28 octobre 2001. Montagnac : Editions Monique Mergoïl, 2001, p.79-95 (Monographie Instrumentum ; 20).

Lewuillon 2004 : LEWUILLON (S.). — "L'arcantodan du Capitole". *Latomus*, 63, 1, 2004, p. 3-22

Linckenheld 1936 : LINCKENHELD (E.). — "La cité des Triboques". *Annuaire de la Société Historique, Littéraire et Scientifique du Club Vosgien*, nouvelle série, IV, 1-2, 1936.

Long 1987 : LONG (L.). — Quelques précisions sur le conditionnement des lingots d'étain de l'épave antique Bagaud 2 (Var). In : CHEVALIER (R.) dir. — *Mines et métallurgie en Gaule et dans les provinces romaines*. Paris, 26 et 27 avril 1986. Paris, 1986 p. 98-113 et 149-165 (Caesarodunum ; 23).

Long, Rico, Domergue 2002 : LONG (L.), RICO (C.), DOMERGUE (C.). — Les épaves antiques de Camargue et le commerce maritime du fer en Méditerranée nord-occidentale (1^{er} s. av. - 1^{er} s. ap. J.-C.). In : *L'Africa romana, Sassari 2000*. Rome, 2002, p. 161-188.

Mangin 2004 : MANGIN (M.) dir. — *Le fer*. Paris : Errance, 2004 (Collection Archéologiques).

Mangin et al. 1992 : MANGIN (M.), KEESMANN (I.), BIRKE (W.), PLOQUIN (A.). — *Mines et métallurgie chez les Éduens. Le district sidérurgique antique et médiéval du Morvan-Auxois*. Paris : Les Belles Lettres, 1992 (Annales Littéraires de l'université de Besançon ALUB ; 456).

Marconnet à paraître : MARCONNET (C.). — Boisage et charpenterie des mines gallo-romaines de Rozier, Puy-de-Dôme. In : *Actes du colloque international Extraction et traitement des minerais de la Protohistoire au XIX^e siècle, Saint-Clément-les-Places, 2001*. À paraître.

Mateo 2001 : MATEO (A.). — *Observaciones sobre el régimen jurídico de la minería en tierras públicas en época romana*. Universidad de Santiago de Compostela : 2001 (Cuadernos Compostelanos de Derecho Romano ; 12).

Mohen, Olivier 1989 : MOHEN (J.-P.), OLIVIER (L.) dir. — *Archéologie de la France. 30 ans de découvertes. Catalogue de l'exposition, Galeries nationales du Grand Palais, 27 septembre - 31 décembre 1989*. Paris : Réunion des Musées Nationaux, 1989.

Molière 2002 : MOLIÈRE (E.). — *L'argent et les Gaulois*. Lyon : université Lyon II, Louis Lumière, 2002 (Mémoire de maîtrise en archéologie multigraphié).

Moras 1989 : MORASZ (J.-G.). — Mines et métallurgies en Aveyron : état de la recherche, perspectives d'étude. In : *Mines, métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale : recherches récentes*. Journées de Perpignan, 21-22 février 1987. Toulouse/Perpignan : université de Toulouse-Le Mirail/Ville de Perpignan, 1989, p. 5-12.

Morin, Rosenthal 2003 : MORIN (D.), ROSENTHAL (P.). — *Mines et métallurgie du fer en Provence et dans les Alpes du Sud (Département des Alpes-Maritimes)*, Document Final de Synthèse (DFS), Service Régional de l'Archéologie (SRA) de Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

Orejas, Sastre 1999 : OREJAS (A.), SASTRE (I.). — Fiscalité et organisation du territoire dans le nord-ouest de la péninsule Ibérique : *civitates, tribut et ager mensura comprehensus*. *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 25/1, p. 159-188.

Paillet à paraître : PAILLET (J.-M.). — Quand l'argent était d'or. Paroles de Gaulois. *Gallia*, 2006, à paraître.

Parker 1992 : PARKER (A.J.). — *Ancient shipwrecks of the Mediterranean and the Roman provinces*. Oxford : BAR, 1992 (British Archaeological Report [BAR], International Series ; 580).

Pauc 1998 : PAUC (B.), PAUC (P.). — Quelques sites de réduction du minerai de fer dans les Corbières (Aude). In : FEUGÈRE (M.), SERNEELS (V.). — *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*. Montagnac : Éditions Monique Mergoïl, 1998, p. 116-128 (Monographies instrumentum ; 4).

- Petrikowits 1958** : PETRIKOVITS (H. von). — Bergbau und Hüttenwesen in der römischen Rheinzone. *Erzmetall*, 11, 1958, p. 594-600.
- Piana Agostineti et al. 1995** : PIANA AGOSTINETI (P.), BERGONZI (G.), CATTIN (M.), del SOLDATO (M.), GAMBARI (F.M.), TIZZONI (M.). — Gold in the Alps : a view from the south. In : **Morteani, Northover 1995**, p. 199-218.
- Pleiner 2000** : PLEINER (R.). — *Iron in Archaeology : the European bloomery smelters*. Prague : Archeologicky Ústav AVCR, 2000.
- Ploquin et al. 1997** : PLOQUIN (A.), HAPP (J.), BARGE (H.), BOURHIS (J.-R.). — Scories archéologiques et reconstitution expérimentale de réduction de sulfure de cuivre (minerai de Saint-Véran, Hautes-Alpes). In : **Ambert 1997**, p. 111-120.
- Ploquin et al. 2003** : PLOQUIN (A.), ALLÉE (Ph.), BAILLY-MAÎTRE (M.-C.), BARON (S.), BEAULIEU (J.-L. de), CARIGNAN (J.), LAURENT (S.), LAVOIE (M.), MAHÉ-LE CARLIER (C.), PEYTAVIN (J.), PULIDO (M.). — Medieval lead smelting on the Mont-Lozère, Southern France. In : *International Conference : Archaeometallurgy in Europe (24-25-26 september 2003. Milan, Italy, Proceedings*. Milan : Associazione Italiana di Metallurgia, 2003, p. 635-644.
- Prassl 1997** : PRASSL (J.-A.). — Exploitation antique dans le secteur minier du Bleymard (Lozère). In : *Mines et métallurgies de la préhistoire au Moyen-Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques*. Actes du colloque tenu à Cabrières (Hérault) du 16 au 19 mai 1997. 1997, p. 217-223 (Archéologie en Languedoc ; 21).
- Renfrew 1983** : RENFREW (C.). — *Les origines de l'Europe. La révolution du radiocarbone*. Paris : Flammarion, 1983 (= traduction de *Before civilization*, Londres, 1973 [rééd. 1979]).
- Riccardi, Genovesi 2002** : RICCARDI (E.), GENOVESI (S.). — Un carico di piombo da Rena Maiore. In : KHANOUSI (M.), RUGGERI (P.), VISMARA (C.) dir. — *L'Africa romana, Sassari 2000*. Roma, 2002, p. 1311-1330.
- Rothenhöfer 2003a** : ROTHENHOEFER (P.). — Geschäfte in Germanien. Zur Ausbeutung von Erzlagerstätten unter Augustus in Germanien. *Zeitschrift f. Papyrologie und Epigraphie*, 143, 2003, p. 277-286.
- Rothenhöfer 2003b** : ROTHENHOEFER (P.). — *Plumbum germanicum*. Germanic lead and the history of Augustean Germany. In : *International Conference : Archaeometallurgy in Europe (24-25-26 september 2003. Milan, Italy). Proceedings*, vol. 1. Milan : Associazione Italiana di Metallurgia, 2003, p. 641-648.
- Rothenhöfer 2004** : ROTHENHOEFER (P.). — Das Blei der Germanen. Bemerkungen zu einer neuen Fundgattung und zur Aufnahme der Bleiproduktion durch Germanen während der älteren römischen Kaiserzeit in Westfalen. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 34, 2004, p. 423-433.
- Sablayrolles 1989** : SABLAYROLLES (R.). — L'administration des mines de fer en Gaule romaine, In : DOMERGUE (C.) dir. — *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterraneas y europeas*, 1. Coloquio Internacional Asociado, Madrid, 24-28 octobre 1986. Madrid : Ministerio de Cultura, 1989, p. 157-162.
- Serneels 2002** : SERNEELS (V.). — L'industrie sidérurgique ancienne des Alpes au Jura. In : *La métallurgie dans les Alpes occidentales des origines à l'an 1000. Extraction, transformation, commerce*. Actes du 9^e colloque international "Les Alpes dans l'Antiquité", Tende, 15-17 septembre 2000. Aoste, 2002 (Bulletin d'Etudes Préhistoriques et Archéologiques Alpes ; XIII).
- Serneels 2004** : SERNEELS (V.). — Réflexions sur la consommation du fer dans l'Antiquité, et spécialement à l'époque romaine. In : MANGIN (M.) dir. — *Le fer*. Paris : Errance, 2004, p. 206-209 (Collection Archéologiques).
- Serneels, Mangin 1996** : SERNEELS (V.), MANGIN (M.). — Sidérurgie ancienne (Âge du Fer – Moyen Âge) : les zones productives principales entre le Rhin, les Alpes et les Pyrénées. *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 47, 1996, p. 193-198.
- Shepherd 1980** : SHEPHERD (R.). — *Prehistoric Mining and Allied Industries*. Londres, 1980.
- Tamas, Cauuet 2004** : TAMAS (C.G.), CAUUNET (B.). — Recherches sur les exploitations minières anciennes du Morvan. In : *Bibracte, Centre archéologique européen : rapport annuel d'activité scientifique 2004*. Glux-en-Glenne : Bibracte, centre archéologique européen, 2004 p. 341-357.
- Tamas et al. à paraître** : TAMAS (C.G.), CAUUNET (B.), GUILLAUMET (J.-P.), PETIT (C.), MONNA (F.). — Archaeomineral Research In The Morvan Massif (North East Massif Central) – First Results. In : *Actes du colloque "European Association of Archaeologists, 10th Annual Meeting"*. Lyon, 8 au 11 septembre 2004. À paraître.
- Valera, Valera 2003** : VALERA (R.-G.), VALERA (P.-G.). — Tin in the Mediterranean area : history and geology. In : GIUMLIA-MAIR (A.), LO SCHIAVO (F.) dir. — *Le problème de l'étain à l'origine de la métallurgie*. Actes du 14^e Congrès UISPP, université de Liège (Belgique), 2-8 septembre 2001. Oxford : BAR, 2003, p. 3-14 (British Archaeological Report [BAR], International Series ; 1199).
- Vialaron 1999** : VIALARON (C.). — *Un gisement célèbre en France. La mine d'antimoine de Daü (Haute-Loire)*. Lamastre (Ardèche), 1999.
- Vivet, Chauvel à paraître** : VIVET (J.-B.), CHAUVEL (J.-J.). — Les pratiques sidérurgiques de l'âge du Fer

en Armorique. In : MILCENT (P.-Y.), VAGINAY (M.) dir. — *Actes du 28^e colloque International de l'AFEAF*, Toulouse, mai 2004.

Voss 1988 : VOSS (O.). — The Iron Production in Populonia. In : SPERL (G.) éd. — *The First Iron in the Mediterranean*. Strasbourg (PACT; 21), 1988, p. 91-110.

Weisgerber 1982 : WEISGERBER (G.). — Altägyptischer Hornstein bergbau im Wadi el-Sheikh. *Der Anschnitt*, 34, 1982, p. 185-210.

Weisgerber 2001 : WEISGERBER (G.). — Wallerfanger Bergbau- seit der Römerzeit stark gefragt. *Archäologie in Deutschland*, 2001, Heft 1, p. 8-13.

Wiman, Ekman 2000-2001 : WIMAN (I.M.B.), EKMAN (S.). — Man and nature in Etruria. Natural resources management in the Massetano area (Toscany, Italy). *Opuscula romana*, 25-26, 2000-2001, p. 109-124.

