

Production, commerce et utilisation du fer entre l'Ebre et le Rhône : premiers éléments de réflexion

M. Feugère *
V. Serneels **

Les pages qu'on vient de lire représentent plus que les Actes d'une rencontre scientifique : entre la table-ronde de Lattes et la publication de ce recueil, tous les auteurs ont poursuivi enquêtes et discussion, enrichi leur expérience et confronté leurs hypothèses. Aussi le tableau qui se dégage de cet ouvrage n'a-t-il sans doute rien d'une synthèse. L'ensemble des contributions ainsi réunies ne forment pas un tout homogène; ils restent très dispersés dans le temps, des débuts de l'Age du Fer à la fin de l'Antiquité, et dans l'espace, du Rhône à l'Ebre. Plus modestement, nous avons cherché à faire le point d'une documentation, amorcer un débat régional et rattacher les travaux de Gaule méridionale aux programmes internationaux qui, un peu partout, se mettent en place sur l'archéologie du fer.

Nous ne chercherons donc pas, ici, à conclure : à bien des égards, l'archéologie du fer en Gaule du Sud a devant elle un bel avenir, si les pistes tracées ici sont poursuivies. Il nous paraît plus important de souligner les apports les plus significatifs des communications précédentes, d'en discuter certains aspects, et de proposer un cadre de réflexion pour les travaux qui pourront maintenant être entrepris sur ce thème.

1. L'acquisition de la matière première

Cet aspect n'a pas été privilégié dans notre rencontre, dans la mesure où il fait l'objet des travaux plus spécifiques d'autres équipes dont certaines, comme l'UMR 5608 (Toulouse), concernent directement la Gaule du Sud. La réduction du minerai de fer occupant une place éminente dans cette région, ce qui n'est pas le cas partout, on évoquera brièvement les principaux aspects de la problé-

matique sur cette phase cruciale de la chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne.

1.1 *Les régions productrices*

Dans plusieurs secteurs des Pyrénées et des bordures sédimentaires du Massif Central, des amas de scories de réduction ont été observés; mais l'état des connaissances, d'une région à l'autre reste très variable. Dans la Montagne Noire, autour du grand centre productif des Martys, fouilles, prospections et études de laboratoire, menées depuis plus de 20 ans, permettent de cerner assez précisément une industrie intensive d'époque romaine (Domergue 1993). A travers les textes et les archives, on suit le développement de l'industrie sidérurgique médiévale et moderne dans le Comté de Foix (Verna 1994) ou en Catalogne espagnole (Tomas i Morera 1993). D'autres districts, moins bien datés et dont l'importance est beaucoup plus difficile à saisir, existent également : la région du Pic du Canigou, celle des Corbières (ici : Pauc, 116 *sqq.*) ou encore le massif du Kaymar (Abraham 1997). Pour tous ces secteurs, les connaissances archéologiques sont encore trop peu développées pour évaluer le volume de la production et en affiner les datations. Les recherches se poursuivent et, comme le montrent les vestiges métallurgiques préromains mis en évidence dans les Corbières (Pauc, p. 124), des surprises sont encore à prévoir.

1.2 *Les fourneaux de réduction*

Alors que les sites de réduction se signalent rapidement à l'attention des chercheurs par la masse des rebuts que produit une activité de quelque durée, les structures de

* UMR 154 du CNRS, CDAR, 390 Av. de Pérols, F - 34970 Lattes.

** Centre d'Analyse Minérale, Université de Lausanne, BSFH 2, CH- 1015 Lausanne.

réduction n'apparaissent souvent qu'après des recherches longues et ingrates sur les ferriers. Ainsi, il a fallu attendre 1989 pour que le premier fourneau apparaisse sur le grand site sidérurgique des Martys, dans la Montagne Noire, soit près de 20 ans après les premiers travaux de 1972... (Domergue 1993, 260). Depuis la parution de la monographie des Martys, l'expérimentation et des fouilles complémentaires ont apporté de nouvelles précisions sur le fonctionnement de ce type de fourneau.

Pour le moment, il demeure difficile de comparer avec d'autres cas cette technologie qui apparaît à la fois comme sophistiquée et efficace. Les autres fourneaux découverts en Ariège (Dubois 1997) ou au Bois des Lens (Bessac et Bonnaud, 142 *sqq.*) semblent plus simples, alors qu'ils sont plus ou moins contemporains. S'agit-il d'une différence entre grands sites producteurs employant des technologies avancées et petites exploitations moins bien équipées ? Les fourneaux de réduction du monde méditerranéen et en particulier de l'Italie demeurent quasiment inconnus, et il n'est pas encore possible de vérifier l'hypothèse d'un transfert de technologie. A l'opposé, on peut mettre en évidence des traits communs entre les fourneaux des Martys et ceux, contemporains, fouillés récemment aux Clérimois dans l'Yonne (Dunikowski, Cabboi 1995), en Gaule interne... Les Martys reflèteraient-ils un cas de savoir-faire local mis au service des intérêts romains ?

1.3 L'organisation de la production primaire

Les exemples de la Montagne Noire montrent que pendant la domination romaine existent des centres de production massive. Les produits de tels complexes servent sans aucun doute à ravitailler une large population. Mais, de manière contemporaine, on voit apparaître des entreprises de bien moindre envergure. Les sites du Bois des Lens (Bessac et Bonnaud, 142 *sqq.*) semblent par comparaison d'importance microscopique. Dans ce contexte, à quoi sert une telle production ? L'idée que ces fours ont pu être édifiés pour répondre aux besoins d'une communauté tenue à l'écart des circuits commerciaux normaux relativise notre perception de l'espace économique romain comme un tout homogène.

L'organisation de la production change aussi avec le temps. Malheureusement, les connaissances actuelles ne

permettent pas de discuter la période précédant la domination romaine. Le fourneau lié à un habitat des Ve-VIe siècles à Caramany (Kotarba, Leblanc, 186 *sqq.*) témoigne d'une production locale à petite échelle, peut-être autarcique. S'agit-il d'une exception ou d'un exemple caractéristique pour cette période ?

2. Production normalisée et commerce des lingots

Sous quelle forme la matière première sort-elle du site de réduction ? S'agit-il d'un produit semi-fini, comme on l'a quelquefois supposé, qui ne pourrait pas être utilisé tel quel par les forgerons (par exemple une éponge nécessitant, avant l'emploi, un travail de raffinage) ? S'agit-il au contraire de lingots prêts à être transformés, se présentant sous une forme normalisée ? Et dans ce cas, tous les ateliers contemporains d'une même région fournissent-ils des lingots de même type ?

A ces interrogations dont beaucoup restent ouvertes, les réponses proposées ici se doivent de demeurer prudentes. On peut néanmoins supposer qu'à l'époque romaine, le lingot représentait la forme normale du produit issu des grands ateliers de réduction. Toute fabrication artisanale suppose une norme, et il est difficile de croire que les sites de réduction organisés de manière extrêmement rationnelle, pour une production de masse, aient pu fournir des lingots de forme et de qualité variables. Nous pensons au contraire que tous ces sites ont produit du fer normalement



Fig. 1 — Lingots de Bonifacio et estampilles *SATVRNIN[II]* (d'ap. Zwicker 1996).

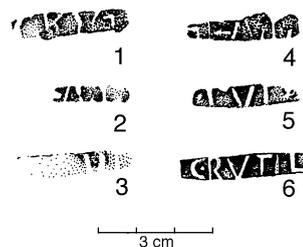
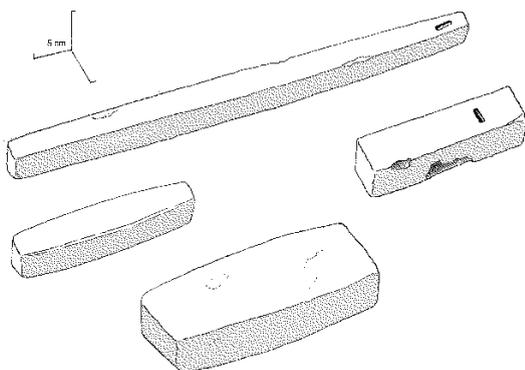


Fig. 2 — Types de lingots de fer de l'épave SM 2 des Saintes-Maries-de-la-Mer, et relevé des estampilles sur le type 1 (d'ap. Feugère *et al.* 1995).



Fig. 3 — Localisation des découvertes de lingots de fer antiques (trouvailles isolées et épaves) en Méditerranée nord-occidentale.

France

- 1• **Collioure**, épave «Cap Gros B» : une centaine de lingots en barre, type non déterminé (Parker 1992, n°189)
- 2• **Gruissan**, épave de Mateille A : lingots de type 4 et 6; premier quart du Ve s. de n. ère (Solier 1981, 206 et fig. 81);
- 3• **Palavas**, lingot estampillé HAEDVI (Maréchal 1995, n. 18)
- 4• **Saintes-Maries de la-Mer**, épave **SM 2** : lingots de type 1 (20 livres ?) et 4, estampillés au nom d'EROTIS avec une autre marque circulaire; au nom de LEPIDI, associé à une autre marque ovale semblant comporter un simple trait (lettre I ?); autre marque figurative enfin, semblant représenter une ancre (ou un caducée ?) (Long 1996, 73 et fig. 24, 1; 1997, 65 et fig. 7-8); épave **SM 3** : lingots de type 1 ou 2, estampillés MARI et S dans un poinçon circulaire; première moitié du Ier s. de n. ère (Long 1996, 73 et fig. 24, 2; 1997, 68 et fig. 12); épave **SM 6** : lingots de type 1 et 2, estampillés C.RVTILI et AP (?); de type 3, 5 et 6; deuxième moitié du Ier s. av. J.-C. (Feugère *et al.* 1995; Long 1996, 74 et fig. 24, 3 et 5; 1997, 73 et fig. 18-20); épave **SM 8** : lingots de type 2, aucune estampille sur 479 lingots examinés; première moitié du Ier s. de n. ère (Long 1996, 75; 1997, 74); épave **SM 9** : lingots de type 2 et de type 4, ces derniers avec estampilles peu lisibles (CICLECI ?) (Long 1996, 75 et fig. 24, 5; 1997, 75 et fig. 23); épave **SM 10** : lingots de type 1, marque peu lisible (...LISES ?) (Long 1996, 75; 1997, 76, fig. 24); épave **SM 11** : lingots en cours d'expertise (Long 1997, 76).
- 5• **Fos-sur-Mer**, épave Saint-Gervais A, lingots de type 2 (Parker 1992, n°1000).
- 6• **Porquerolles**, épave des Mèdes A, lingots de type non identifié (Parker 1992, n°686).
- 7• **«Bagaud B»**, épave : lingots de plusieurs modèles; vers 110-100 av. J.-C. (Parker 1992, n°77).
- 8• **Saint-Raphaël**, épave Dramont C (Joncheray 1994, 43).
- 9• **Bonifacio**, épave avec lingots des types 4 (ou 5) et 6, ce dernier avec 3 marques SATVRNIN[I] disposées en U (Zwicker 1996).

Espagne

- 10• **Les Sorres A**, épave : lingots de type indéterminé, mais proches de ceux de Collioure, «Cap Cros B»; vers 150 - 75 av. J.-C. ?) (Parker 1992, n°1101A).
- 11• **Ben Afelí**, épave : lingots de types divers, l'un d'eux marqué FERRO; vers 85-95 ap. J.-C. (Parker 1992, n°98).

Italie

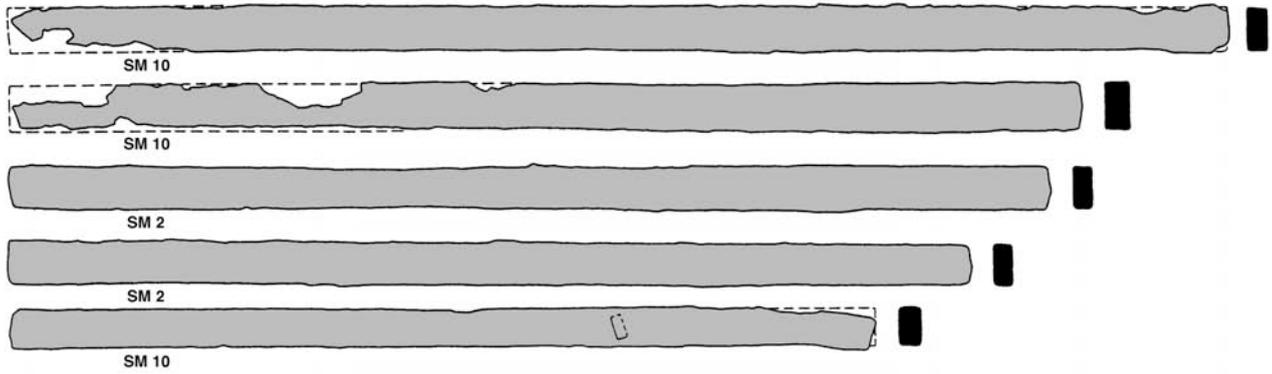
- 12• **«Capo Testa B»**, épave : épave de lingots, type indéterminé; vers 75-25 av. n. ère ? (Parker 1992, n°258).
- 13• **Capo Bellavista**, épave : plusieurs types de lingots, «à double pointe» et barres plates épaisses (type 6 ?); fin Ier s. av. ou Ier s. ap. J.-C. (Parker 1992, n°218).
- 14• **Giglio Porto**, épave sans doute de lingots de fer; premier quart du IIIe s. (Parker 1992, n°453).
- 15• **Gravisca**, épave : 5 lingots de type 2 ? Ier s. de notre ère (Parker 1992, n°481).
- 16• **«Plemmirio B»**, épave : env. une tonne de lingots de deux modèles (long. env. 1m et 0,50m), probablement types 1 et 2; vers 200 de n. ère (Parker 1992, n°834).

présenté sous la forme de lingots. Cette proposition ne vaut évidemment pas pour d'autres périodes, antérieures ou postérieures, pour lesquelles on a des raisons de suspecter une autre organisation de la production entre l'atelier de réduction et le raffinage de la matière première.

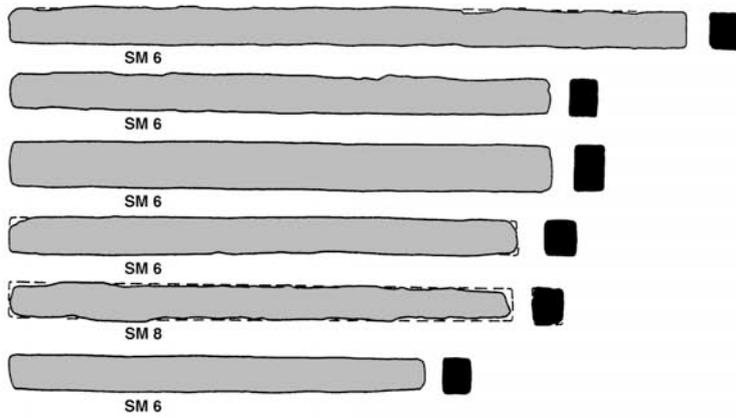
2.1 Découvertes subaquatiques

Si elle s'impose aujourd'hui à nos yeux pour l'Antiquité romaine, cette réalité de la production en masses n'en demeure pas moins difficile à cerner à travers la documentation archéologique. Il n'y a guère que les trou-

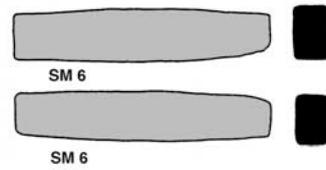
Forme 1



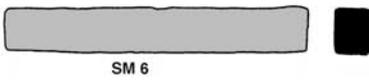
Forme 2



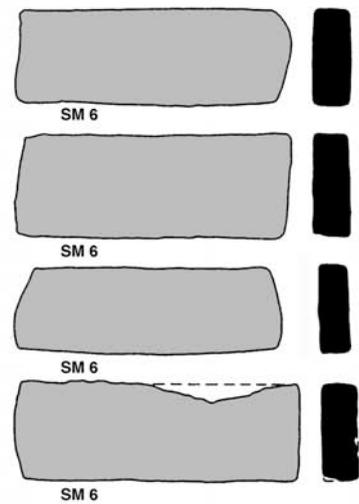
Forme 5



Forme 3



Forme 6



Forme 4

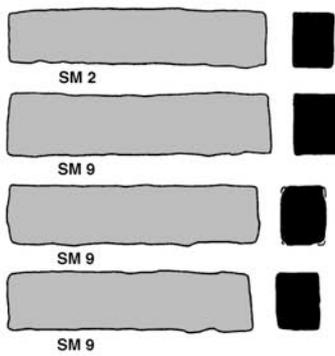


Fig. 4 — Classification morphologique des lingots des épaves antiques des Saintes-Maries-de-la-Mer (d'ap. Long 1996 et Long 1997).



Fig. 5 — Aspects des rangées de lingots de fer dans l'épave antique des Saintes-Maries-de-la-Mer SM2 (d'ap. Long 1997).

vailles subaquatiques (en milieu marin ou fluvial) pour nous offrir des séries de lingots se prêtant à une analyse approfondie. Bien que les trouvailles fluviales restent le plus souvent mal datées, la multiplication des données a néanmoins permis d'observer des formes et des séries (v. ci-dessus V. Serneels, p. 37; ici fig. 4). Les lingots de fer ont été moins bien étudiés en milieu marin, du moins jusqu'à ces dernières années, au cours desquelles les mentions et les découvertes se sont multipliées de manière spectaculaire; alors qu'autrefois, beaucoup de trouvailles semblaient même rester non identifiées, on dispose aujourd'hui entre l'Espagne et l'Italie des séries les plus complètes de Méditerranée (v. la carte fig. 3 et la liste en légende). Ces découvertes ont donné lieu à deux propositions successives de classement morphologique des lingots (Feugère *et al.* 1995, d'une part; Long 1996 et 1997, d'autre part). Afin d'éviter toute confusion, nous proposons d'utiliser désormais exclusivement le classement le plus complet, celui de L. Long, que pourront éventuellement compléter d'autres découvertes méditerranéennes (fig. 4).

Parmi les épaves antiques de lingots de fer actuellement répertoriées, l'ensemble le plus remarquable est certainement celui de 7 épaves de bateaux chargés de lingots de fer qu'a rassemblé L. Long, dans deux publications récentes faisant suite aux campagnes d'évaluation menées par le DRASSM en 1996. Ces épaves se présentent généralement sous la forme de masses ferrugineuses correspondant à des amas de lingots concrétionnés. Des blocs ayant parfois été détachés de certaines épaves (que ce soit par le choc du naufrage, la houle ou encore les chaluts des

pêcheurs), les campagnes d'évaluation ont notamment consisté, après repérage et relevé des concrétions, à prélever quelques blocs qui ont pu être dégagés de leur gangue à l'air libre (fig. 5). On se trouve ainsi en présence de séries parfois importantes de lingots (jusqu'à 479 dans l'épave SM 8) dont on peut observer l'agencement d'origine et, bien sûr, les caractéristiques intrinsèques (module, métrologie, estampilles..., etc.).

De telles découvertes ne sont pas isolées en Méditerranée, et plusieurs trouvailles de lingots, dont la plupart doivent se rattacher à des épaves, ont été signalées ces dernières années. Une cargaison de lingots de fer fait partie du chargement du Dramont C à Saint-Raphaël, Var (Joncheray 1994, 43), bateau qui a coulé au large de la baie d'Agay vers le tournant du II^e au I^{er} s. av. n. ère. Ce chargement de lingots, dont l'importance a été estimée par le fouilleur à une cinquantaine d'exemplaires, se présente sous la forme de longues barres de section quadrangulaire, de longueur inconnue mais de l'ordre du mètre pour certaines d'entre elles (apparemment, donc, de type 1). Si le poids de ces barres n'a pu être mesuré (les lingots n'existant plus que sous forme de négatif), les sections qui ont pu être observées montrent de très fortes affinités avec celles d'autres épaves, comme SM2, SM6 ou SM 10 (v. aussi *infra*).

D'après le fouilleur, le chargement assez varié comportait environ 120 amphores, surtout des Dressel 1B (et quelques Lamb. 2), un stock de résine et la cinquantaine de lingots de fer, isolés du vaigrage par quelques branches de vigne. Quand il heurta l'écueil qui devait l'envoyer par le fond, le bateau se dirigeait probablement vers l'Ouest. Cette découverte nous permet d'apprécier le rôle du fer dans le fret d'un petit caboteur commerçant sur les côtes de Gaule méridionale peu après la conquête de la *Provincia*.

Une autre découverte, effectuée en Corse, en face de Bonifacio, en 1979, comprend plusieurs lingots, dont une plaque de type 6 (dim. 30 x 125 x 230mm) estampillée à trois reprises, sur une face, au nom de *SATURNIN[us]* (Zwicker 1996).

Le répertoire des épaves de Méditerranée dressé par A.J. Parker permet de repérer d'autres trouvailles de même type; une quinzaine d'entre elles datent de l'époque romaine.

L'épave «Saint-Gervais A», dans la baie de Fos-sur-Mer, comportait des lingots de fer, en quantité non précisée, mais mesurant 55 cm pour une section de 33 x 27mm; le naufrage est daté vers 140 de n. ère (Parker 1992, n°1000). A Collioure, sur l'épave «Cap Gros B», c'est une centaine de «concrétions de fer» qui ont été observées (date incertaine, tardo-républicaine ?); la barre qui a été remontée mesurait 35 x 5cm (Parker 1992, n°189). Près de l'Île de Porquerolles, l'épave des «Mèdes A» semble avoir été chargée principalement de lingots de fer : leur corrosion avait formé sur le site une masse compacte de 18,2 x 6m. Les lingots comportaient une section carrée de 30 ou 55mm de côté (Parker 1992, n°686). L'épave

«Bagaud B», coulée vers 110-100 BC, était chargée de lingots de fer pour une masse estimée à 5 à 10 tonnes. Appartenant à plusieurs modèles, chacun d'eux pesait de 2 à 3kg (Parker 1992, n°77).

Sur l'épave de «Les Sorres A» en Espagne, des lingots de fer sont associés à des amphores Dr. 1A dans une épave datée des environs de 150-75 av. n. ère (Parker 1992, n°1101). L'épave de «Ben-Aféli», près d'Almazora, coulée vers 85-95 de notre ère, contenait elle aussi une grande quantité de lingots de fer. Certains sont plats, longs de 30 à 50cm, et l'un d'eux porte la marque (incisée ou estampée) FERRO; d'autres, atteignant 80 à 95cm de long, ont une section carrée (Parker 1992, n°98)

En Italie, l'épave de «Capo Testa B», dite 'relitto del ferro', est datée vers 75-25 av. n. ère, mais sa cargaison de lingots de fer n'a malheureusement pas retenu l'attention des fouilleurs (Parker 1992, n°258). L'épave de Capo Bellavista, datée de la fin du Ier s. av. ou du Ier s. ap. J.-C. (Parker 1992, n°218) a livré deux formes de lingots de fer : un modèle à double pointe, et un en barre plate, épaisse, dont l'aspect doit correspondre aux lingots des Saintes-Maries et du Dramont C. Une autre découverte, à Gravisca, dubitativement placée au Ier s. de notre ère, a livré 5 barres de fer, longues de 35cm, qui représentent sans doute une petite partie d'un chargement de lingots. Un peu plus tardive, l'épave de Giglio Porto, coulée dans le premier quart du IIIe s., a livré des masses de concrétions creuses en fer que l'on a d'abord pris pour des ancres, mais qui étaient plus vraisemblablement des lingots de fer (Parker 1992, n°453). En Sicile enfin, la cargaison de l'épave «Plemmirio B», coulée vers 200 de notre ère, comportait environ une tonne de barres de fer de deux modules (long. env. 1m et 0,50m), de section rectangulaire (Parker 1992, n°834).

Le nombre de découvertes signalées en Méditerranée orientale est très nettement inférieur, sans que l'on puisse dire si cet état de fait correspond ou non à une réalité archéologique. A Chypre, des lingots de fer font partie du chargement de l'épave de Kyrenia, qui a coulé vers 310-300 av. n. ère (Parker 1992, n°563). Retrouvés «en fagots», ils semblent représenter la découverte à la fois la plus ancienne et la plus orientale que l'on connaisse en la matière.

Les formes de lingots, variées, ne laissent généralement pas place au doute; on ne doit plus, désormais, hésiter à considérer comme des lingots les petites barres de fer, longues de 13 à 21cm seulement, de l'épave tardive de Gruissan, «Les Mateilles A» (premier quart du Ve s.) (Solier 1981, 206 et fig. 81; Parker 1992, n°682). Les caractères des estampilles, dont beaucoup n'apparaissent que pendant le traitement de laboratoire, nous renseigneront peut-être sur l'organisation de la production, à la fois par l'onomastique et par la présence de marques secondaires (contrôle ?), dont l'étude reste à mettre en place. On connaît pour le moment des marques à simple *nomen*, à *dua nomina*, ainsi qu'une unique marque figurative (SM



Fig. 6 — Estampille figurative sur lingot de fer de l'épave antique des Saintes-Maries-de-la-Mer SM2 (d'ap. Long 1997).

2) pouvant représenter une ancre, ou peut-être un caducée (fig. 6).

2.2 Découvertes terrestres

Sur terre, les découvertes de lingots sont non seulement beaucoup plus rares, mais aussi moins généreuses. Les dépôts de lingots, comme celui qui est présenté ici par T. Martin et H. Ruffat (Montans, p. 111), ne dépassent que rarement quelques dizaines d'objets. Ceux qui ont été découverts dans le lit des rivières peuvent résulter de naufrages; leur cas est donc similaire à celui des épaves commerciales de Méditerranée.

On ignore tout des conditions de stockage de la production de lingots, sur le site de réduction, avant son acheminement vers les structures de distribution. Les fouilles de sites de réduction sont encore peu nombreuses, et leur développement pourrait apporter des données nouvelles; on entend parfois dire que des barres de fer auraient été découvertes aux Martys dans les années 70, mais Cl. Dommegue, interrogé sur ce point, a catégoriquement démenti cette «fausse information». Un foyer de travail du métal a été récemment identifié sur le site (Jarrier *et al.* 1995).

Les trouvailles effectuées sur des habitats, se limitent le plus souvent à des objets isolés. Certaines d'entre elles peuvent être rapprochées de celles de Rabastens et de Sauvian publiées ci-dessus. C'est notamment, le cas d'un lingot recueilli sur la villa de Hambacher Forst, près de Düren en Allemagne : d'une masse de 10,95kg, mesurant 27,7 x 12 x 5,5cm, ce lingot semble avoir été découvert sur le site où il allait être transformé par le forgeron local (Rech 1980, 484 et photo, fig. 14). Dans d'autre cas, on est encore plus clairement en présence des rebuts abandonnés par un forgeron après son travail : à Oberwinterthur, en Suisse (*Vitudurum*), l'extrémité d'un lingot en barre, portant encore l'estampille du producteur (.GC [T initial ?]), a été retrouvée parmi les vestiges caractéris-

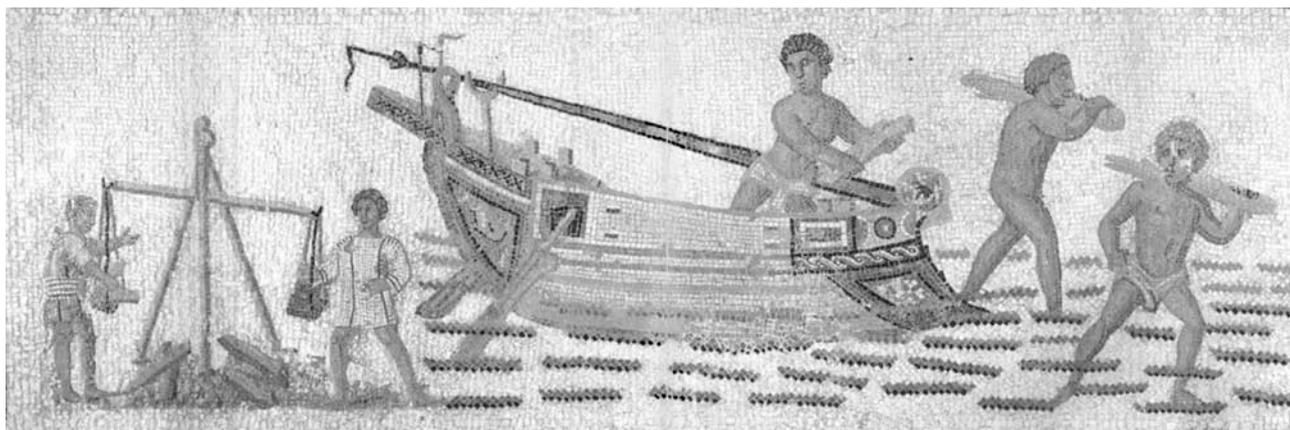


Fig. 7 — Scène de déchargement suivi d'une pesée : s'agit-il de lingots de fer ? (mosaïque de Sousse -Hadrumetum en Tunisie, mil. IIIe s.).

tiques d'un atelier de forge (Schaltenbrand Obrecht 1996, 195, n°E 1170, fig. 184 et pl. 69).

Un dépôt assez différent, puisqu'il comportait 97 lingots intacts (types 4 et 5), a été découvert en 1880 près de Hrvatska Dubica, en Croatie. La trouvaille a néanmoins été interprétée comme une forge; seuls 28 de ces lingots sont aujourd'hui conservés au Musée de Zagreb (Durman 1997, fig. 2).

D'une manière générale, les lingots en barre à section rectangulaire n'ont fait l'objet, à l'heure actuelle, que de recherches préliminaires, mais particulièrement prometteuses (Doswald 1994). Avec le développement des découvertes subaquatiques, il va devenir possible de proposer une réflexion d'ensemble sur cette catégorie, dont l'histoire s'étale au moins sur cinq siècles (de l'épave SM 2 à celle de Mateille A).

2.3 Lingots de fer et commerce

La distribution des épaves à lingots de fer, essentiellement concentrée en Méditerranée occidentale, fournit un premier état du commerce de cette matière première qui, comme toutes les denrées pesantes, voyageait de préférence par bateau. Cette distribution est-elle vraiment représentative de l'aire concernée par le trafic maritime du fer ? On peut en douter, quand on réalise le peu d'intérêt que les épaves de lingots les plus importantes (réduites à une vaste masse de fer rouillé, comme les épaves des Mèdes A ou de Giglio Porto) ont pu susciter chez les inventeurs.

Pourtant, un document remarquable vient s'ajouter à cette série d'épaves. Il s'agit d'une mosaïque de Sousse (antique Hadrumète), qui montre en deux tableaux une scène correspondant au déchargement et à la vérification par pesée d'une cargaison de lingots (Dunbabin 1978, 74, fig. 121; Fantar 1994, 115-118) (fig. 7-9). Les objets, bien visibles sur la droite de la scène de déchargement, consistent en barres longues d'environ un mètre; cette dimension est celle des lingots de type 1 attestée par exemple aux Saintes-Maries ou à Ben Afelî; le rapprochement

avec des lingots de fer est renforcé par la couleur brun-jaune des objets sur la mosaïque. Enfin, on peut se convaincre du poids des marchandises déchargées en constatant que les personnages de droite ne peuvent en porter sur l'épaule qu'une quantité très limitée (fig. 9).

La scène de pesée, à gauche (fig. 8), suit évidemment le transport des lingots à terre. La balance de taille importante, à deux plateaux supportés par un robuste trépied, est d'un type rare, apparemment réservé aux lourdes pesées. Deux personnes vêtues, ce qui les distingue des «dockers» précédents, se consacrent à cette opération : l'un manipule les lingots, l'autre de gros poids qui peuvent être en pierre.

Découverte dans un hypogée funéraire, près de la côte orientale de la Tunisie, cette scène pourrait faire référence à la fonction du défunt : armateur, marchand de fer ou fonctionnaire chargé du contrôle de l'approvisionnement en métal. C'est, malheureusement, un document isolé dans la série de témoignages que l'on pourrait maintenant regrouper sur le commerce maritime du fer en Méditerranée nord-occidentale. Notons, néanmoins, que la grande majorité des épaves de lingots actuellement connues en Méditerranée occidentale sont concentrées sur le littoral gaulois. Sans préjuger d'ensembles qui pourront être mis en évidence par d'autres recherches, on peut d'ores et déjà affirmer que le trafic de fer était particulièrement actif dans cette région. La concentration d'épaves autour des Saintes-Maries de la Mer est interprétée par L. Long comme le témoignage d'un intense trafic visant à rejoindre Arles, par l'un des bras du Rhône, à destination de la Gaule interne; à partir de cette ville, les chargements pouvaient remonter vers le nord et alimenter le marché intérieur. Il faut donc envisager l'importance de ces chargements non seulement dans l'espace maritime et côtier, mais aussi en fonction de marchés terrestres où ils ont dû entrer en concurrence avec d'autres productions. A ce dossier archéologique, il convient d'ajouter les quelques informations fournies par les données épigraphiques, et de rappeler en particulier l'inscription de Narbonne mentionnant Ti. Iunius Fadianus *cond(uctor) ferrar(iarum) ripae*



Fig. 8 — Mosaïque de Sousse : détail de la pesée, effectuée à gauche par un opérateur qui semble porter une ceinture abdominale; la balance en bois est du type réservé aux pesées importantes; un serviteur en tunique, à droite, place de gros poids dans le plateau.

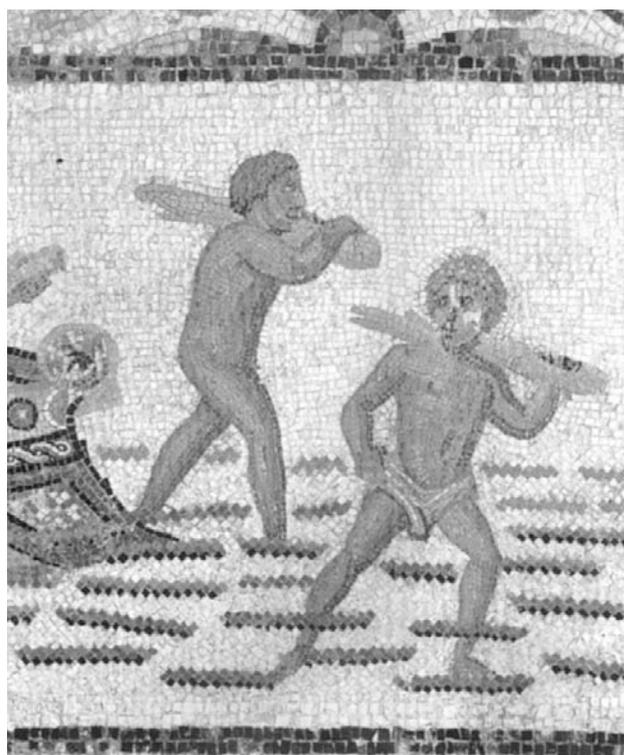


Fig. 9 — Mosaïque de Sousse : le déchargement de la cargaison, effectué par des marins ou esclaves nus ou vêtus d'un pagne. Les objets, transportés en botte, sont lourds et on ne peut en prendre sur l'épaule qu'un nombre limité; leur teinte jaune-brun évoque le fer rouillé.

dextrae (CIL XII, 4398, IIe s. ? Sablayrolles 1989). De toute évidence, on n'est aujourd'hui qu'au début d'une réflexion sur l'organisation de la production du fer antique et sa commercialisation.

3. Le travail du fer

On ne disposait jusqu'à maintenant, pour la Gaule du Sud, que de très peu de documentation publiée concernant la mise en forme des objets en fer et le travail du métal en général. C'est sans doute un des mérites de cette table ronde que d'avoir réuni des données sur cette question provenant de contextes très divers, tant sur le plan chronologique que pour les types de site.

3.1 L'Age du Fer

Les foyers de forge du IVe av J.-C. de Lattes (Lebeaupin, 80-95) et de Catalogne (Rovira, 45-55 et 65-75), pratiquement identiques les uns aux autres, sont des structures de combustion très élaborées qui illustrent l'unité de cette région sur le plan technologique à cette période. Les parallèles manquent cependant pour retrouver l'origine de ces installations.

Les données de Béziers (Olive et Ugolini, 76-79), de Lattes (Lebeaupin, 80-95), de Martigues (Rétif, 96-109)

mettent bien en évidence la présence commune de la métallurgie, et du travail du fer en particulier, dans les habitats groupés qui se développent au cours de l'Age du Fer. Dans ces études, les quantités de déchets, l'étude des répartitions spatiales et stratigraphiques sont riches d'enseignement qui mettent en relief la place occupée par la métallurgie dans ces agglomérations. En même temps, il reste difficile de qualifier de manière précise le type d'activité métallurgique et les questions concernant l'approvisionnement en matière première, ainsi que la destination des produits finis, demeurent en suspens.

Indubitablement, il reste beaucoup à faire pour comprendre la dynamique artisanale présidant à l'installation et à la disparition de ces ateliers. A Lattes, comme à Martigues et sans doute ailleurs, de simples pièces d'habitat sont transformées en forges, avant de retrouver quelques générations plus tard une fonction domestique. L'emplacement des espaces ainsi transformés, au bord d'une rue et donnant souvent sur un carrefour, doit jouer un rôle tout aussi important que la nécessité économique. Cet aspect de la question aura besoin, dans les années à venir, des données issues de grandes fouilles extensives, fournissant d'une ou de plusieurs agglomérations une vision d'ensemble. Les données plus ponctuelles acquises sur des ateliers enrichiront, dans tous les cas, notre connaissance des bases techniques et de la morphologie des structures de la forge protohistorique.

3.2 L'époque romaine

Pour l'époque romaine, en Gaule du Sud comme ailleurs, les découvertes de scories de forges sont très nombreuses et concernent des sites très divers. Plusieurs forges ont été fouillées récemment et livrent des structures de travail (foyers, etc.) qui s'ajoutent ainsi à un corpus encore insuffisant. Ces nouvelles données, en particulier plusieurs foyers en fosse quadrangulaire allongée, renforcent nos connaissances. D'autres cas montrent combien les traces de travail peuvent être discrètes et difficiles à interpréter.

Le dépotoir de déchets métallurgiques de Nîmes (Vidal, 153-154) est une bonne illustration de la présence de la métallurgie dans les villes romaines. L'atelier lui-même ne peut pas être localisé actuellement mais la position du dépotoir, *extra muros* et à proximité d'une porte de la ville, pourrait indiquer que le secteur productif se trouve en périphérie de la zone urbaine. Cette localisation est comparable à ce que l'on observe par exemple à Autun pour le quartier artisanal du Lycée Militaire (Chardon-Picault et Ducreux 1993), ou encore à Bordeaux pour l'atelier des Grands Hommes (Feugère 1997). Sans vouloir forcer le trait et en faire une règle générale, on peut penser que c'est un cas fréquent. Dans l'état actuel des connaissances, les scories de Nîmes, à elles seules, ne sont pas un argument suffisant pour affirmer l'existence d'un centre de manufacture des objets en fer en série comme on peut en soupçonner ailleurs.

L'existence de séries d'objets en fer, issus d'ateliers spécialisés pratiquant une fabrication normalisée, ne fait aucun doute. Il suffit, pour s'en convaincre, de consulter la liste des objets estampillés du nom de leur fabricant (Gaitzsch 1980, 262-269). La diffusion de ces estampilles montre que les marques pouvaient être lues par les acheteurs comme des garanties de qualité. Malheureusement, de telles marques n'apparaissent généralement que dans des conditions de conservation très favorables, ou après un traitement de laboratoire approprié, dont ne bénéficie généralement pas le mobilier en fer de Gaule méridionale. C'est dire que de telles estampilles demeurent ici très mal connues, d'où l'impression, sans doute erronée, qu'elles sont plus rares que dans les régions mieux desservies sous ce rapport, comme la Bourgogne par exemple.

En Gaule du Sud ou en Catalogne, il sera sans doute plus facile d'établir l'existence de centres manufacturiers par les études typologiques précises (normalisation des séries d'objets, séries d'estampilles, etc.) qu'à partir de fouilles d'ateliers.

Dans les agglomérations secondaires, comme Lunel (Raynaud, 155-165) et Bram (Passelac, 129-141), les vestiges du travail du fer sont également présents. A Bram, *vicus* routier, l'économie semble avoir en grande partie reposé sur le trafic terrestre. On peut supposer que ces forges répondaient aux besoins des marchands et voya-

geurs, notamment en ce qui concerne l'entretien des chevaux, des harnais et des véhicules; malheureusement, les fouilles n'apportent pour le moment qu'un éclairage discret sur cette affectation spécialisée, et on ne peut exclure que les ateliers en question n'aient pas répondu, aussi, aux demandes quotidiennes des établissements ruraux environnants qui ne disposaient pas d'une forge particulière.

Enfin, les établissements ruraux offrent aussi une série impressionnante de découvertes. Il est troublant de constater que dans tous les cas présentés ici, ce sont des établissements tardifs (IVe-VIe s. ap. J.-C.) qui livrent les traces d'ateliers de travail du fer (Béziers : Ginouvez et Vidal, 150-154; Loupian : Pellecuer 166-174; St Victor-La Coste : Buffat et Petitot, 175-180; Sauvian : Ginouvez, Pormarèdes et Feugère, 181-185; Caramany : Kotarba et Leblanc, 186-209; Roquemaure : Maufras et Favre, 210-221). Certes, à Loupian, par exemple, les scories ne sont pas absentes des niveaux plus anciens, mais cette accumulation de découvertes amène malgré tout à poser la question de l'accentuation d'une tendance à l'organisation autarcique des grands domaines ruraux au cours de l'Antiquité tardive.

Pour l'ensemble des cas évoqués, les faibles volumes de déchets et la relative précarité des installations semblent indiquer une activité restreinte. Ces ateliers ruraux ne paraissent pas avoir fabriqué des séries d'objets destinés à une commercialisation à grande échelle. Cependant,

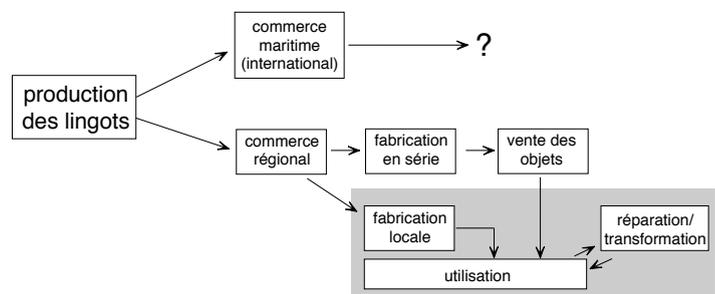


Fig. 10 — Proposition d'organisation de la fin de la production du fer à l'époque romaine, de la commercialisation des lingots et de leur transformation en objets finis (en grisé : sphère privée).

ils ne se limitent pas forcément à l'entretien de l'outillage métallique et au recyclage du métal. La découverte exceptionnelle du lingot de Sauvian indique sur ce site rural une fabrication directe à partir d'un lingot qui a pu être découpé par un détaillant. On peut donc proposer d'affiner de la manière suivante (fig. 10) le schéma de transformation des lingots, de la production et de l'utilisation des objets en fer en Méditerranée occidentale (époque romaine). Une part significative du travail, qui n'est pas limitée à l'entretien ou au recyclage, a lieu dans la sphère privée (en grisé sur le schéma), notamment (exclusivement ?) dans l'Antiquité tardive.

Dans le domaine de l'entretien «lourd», à la limite du recyclage, la découverte de la houe de Loupian apporte un document de premier ordre. Les observations n'ont pu être faites, on s'en doute, que sur un objet nettoyé et restauré en laboratoire. En ce qui concerne le contexte de travail, il est frappant de souligner le caractère très rudimentaire de l'installation de forge voisine. Même si la réparation de cet outil se situe à la limite des possibilités techniques d'un tel atelier (et n'a-t-elle pas été abandonnée parce que la dernière phase exigeait des moyens autres que ceux dont le forgeron disposait sur place ?), on en retiendra que les artisans des domaines gallo-romains n'hésitaient pas à entreprendre de tels travaux.

D'autres éléments contribuent à mettre en évidence le phénomène du recyclage du métal. Ainsi, le dépotoir de Lunel renferme une quantité très importante de pièces métalliques de rebus, parfois volumineuses et ce sont plus de 400 fragments de fer qui ont été retrouvés dans l'atelier tardif de la *villa* de Loupian. Faut-il voir dans ces accumulations le témoignage d'une pratique intense du recyclage, ou au contraire celui d'un gaspillage de matière ? Le métal a bel et bien été rassemblé dans l'atelier mais il y a été abandonné...

3.3 Entretien, recyclage

La phase ultime de la vie des objets en fer consiste en un aller-retour entre des phases d'utilisation, d'entretien, de réparation et sans doute de recyclage. Peu de chercheurs semblent s'être intéressés de près aux traces d'usage, d'usure et d'affûtage des outils et ustensiles. Il y a pourtant là une mémoire de l'objet, liée à son utilisation, qui n'est pas sans intérêt, quand on pense notamment aux difficultés qu'ont les archéologues à attribuer certains outils à telle ou telle activité. Là encore, c'est probablement l'absence de restauration systématique qui empêche le développement d'une problématique viable. Des analyses métallographiques, mettant notamment en évidence les surfaces percutées, pourraient pourtant être mises en place avant tout traitement de laboratoire, pour les objets les moins corrodés bien sûr.

Ces réflexions ne peuvent que s'intégrer dans une démarche globale d'étude du mobilier en fer, à laquelle on s'est peu consacré à ce jour, du moins en France. L'appréciation du volume de métal utilisé dans un habitat peut passer par une estimation du nombre d'objets retrouvés en fouille (estimation qu'il faudrait pouvoir convertir en poids, ce que la corrosion ne permet pas de faire directement). Dans un premier temps, les comptages d'objets pondérés par rapport au total des fragments de vaisselle de chaque phase, comme Ch. Pellecuer le propose à Loupian (p. 167), représentent une approche riche de potentialités. Comme pour les déchets métallurgiques, on ne pourra longtemps faire l'économie d'une prise en compte systématique de tous les objets en fer d'une fouille archéologique, quitte à leur appliquer un traitement statistique, comme on le fait désormais pour la céramique.

5. Conclusion

Entre le Rhône et l'Ebre, les régions côtières ne disposent que de maigres ressources en minerai de fer; l'arrière-pays est en revanche beaucoup plus riche. Dans quelle mesure ces ressources sont-elles déjà exploitées avant l'arrivée des Romains, et à quelle époque remonte cette première mise en valeur ? Cela reste difficile à dire. Par contre, au I^{er} s. av. J.-C., il est certain qu'une industrie considérable s'est mise en place, au moins dans la Montagne Noire et sans doute dans d'autres secteurs également. Cette production est presque certainement excédentaire, approvisionne probablement la zone littorale et nourrit sans doute un commerce à l'exportation. Le fer de Gaule du Sud peut facilement emprunter la voie maritime, à partir de Narbonne et des autres ports, et circuler en Méditerranée occidentale. Les chargements de quelques épaves démontrent aussi que des lingots de fer circulent dans cet espace, mais il est encore impossible d'évaluer la place de la production languedocienne par rapport à celles des autres districts, Espagne, Gaule interne, voire Italie (Serneels et Mangin 1996).

C'est, apparemment, sous forme de lingots que le fer circule. Les objets eux-mêmes ont été produits pour partie dans les innombrables petits ateliers de forge, tant en milieu urbain que dans les campagnes. Cependant, au vu de la standardisation de certains mobiliers d'époque romaine, on est en droit de supposer l'existence de centres manufacturiers spécialisés; à ce jour, il n'a pas encore été possible d'en identifier dans la zone étudiée. Contrairement à ce que l'on pourrait attendre, une liaison entre de tels centres et les grands sites de production primaire n'apparaît pas dans la documentation archéologique actuellement disponible.

Au cours de l'Antiquité tardive, on pressent que la situation évolue. La production massive et centralisée semble marquer le pas. Mais il faut remarquer que l'état des connaissances, et en particulier le manque de datations précises, ne permet pas vraiment de démontrer ce point. La production centralisée est peut-être remplacée par une production décentralisée et plus limitée, destinée à satisfaire les seuls besoins locaux. Un reflet de ce changement est peut-être perceptible dans l'affirmation du travail du fer sur les sites ruraux, permettant une économie plus autarcique. Il est par contre impossible, actuellement, d'apprécier une modification de la consommation du métal et une éventuelle variation du stock en circulation.

Cette évolution présente-t-elle des similitudes avec ce qui se passe dans les autres régions ? Aucune réponse généralisable ne peut pour le moment être apportée à cette interrogation, faute de données suffisantes. Les données concernant le territoire de la Suisse actuelle montrent que la production primaire locale est, presque certainement, très faible au cours du Haut-Empire, alors que de très nombreuses forges sont en activité et que la consommation du fer est importante. Au contraire, à partir du VI^e s., les nombreux ateliers de réduction connus dans cette aire géographique attestent une augmentation nette de la pro-

duction, en particulier dans l'arc jurassien, mais aussi dans les Alpes. Dans ce cas, il semble donc qu'à un approvisionnement à longue distance, succède un développement de l'industrie locale (Senn-Luder, Serneels *et al.* 1994; Serneels 1998).

Ce recueil aura atteint son but s'il amène des chercheurs, que nous souhaitons nombreux, à s'attacher à préciser tel ou tel point de la problématique générale que vous venons d'esquisser. Entre les sites de réduction, les forges locales et l'étude précise des productions manufacturées, les pistes de recherche ne manquent pas. L'archéologie du fer, discipline jeune encore, a besoin d'étayer les données et de renforcer la réflexion dans ces trois directions.

Annexe

Lingots de fer antiques d'une épave des Saintes-Maries-de-la-Mer (F - Bouches-du-Rhône) (épave SM 6)

Les lingots décrits ici sont ceux qui ont été rapidement signalés dans une note parue peu de temps après leur découverte (Feugère *et al.* 1995). Ils proviennent du prélèvement effectué par les inventeurs de l'épave déclarée en 1995 par J.-F. Maréchal et M. Vedel. En l'occurrence, l'étude de la douzaine de lingots prélevés par M. Vedel, et à ce jour déposés au D.R.A.S.S.M., a permis d'effectuer sur ces objets des observations qui indiquaient une datation de l'épave à l'époque romaine. L'exploration ultérieure de ce gisement a amené la découverte d'un fond de coupe en céramique campanienne de la deuxième moitié du Ier s. av. n. ère (Long 1996, 75, fig. 25), seul indice chronologique actuellement disponible sur ce gisement.

En attendant la fouille complète de cette épave, nous décrivons ici dix lingots qui nous ont été montrés pour étude par les inventeurs. Le fer était alors (1995) en bon état, mais nécessitait un traitement urgent de déchloration; faute de traitement, les lingots extraits du milieu marin ont de fortes chances de disparaître du fait de l'oxydation dans les mois suivant leur extraction du gisement archéologique.

Nous avons défini 3 types, illustrés ici sur la fig. 2 en même temps que les estampilles lues dès 1995. Conformément à ce qui a été indiqué plus haut, nous adoptons désormais la typologie proposée en 1996 et 1997 par L. Long (fig. 4) :

Type 2

1- Lingot en barre, L. 610, section 38 x 31 mm; poids 4 kg (manque dû à la corrosion); estampille à 38 mm de l'extrémité droite, dim. 30 x 5 mm : [C] RVT [IL]? (à nettoyer).

2- Lingot en barre, L. 540, section 38 x 30 mm; poids 3,95 kg; estampille légèrement oblique à 23mm de l'extrémité droite, dim. 20 x 4,5 mm, lettres illisibles.

3- Lingot en barre, L. 593, section 37 x 29 mm; poids 4,05 kg; estampille illisible à 30 mm de l'extrémité droite.

4 - Lingot en barre, L. act. 590, section 35 x 30 mm; poids 4 kg; estampille illisible à 30 mm de l'extrémité droite (il n'est pas impossible qu'il s'agisse d'une marque de C. Rutil(...)) apposée tête en bas par rapport aux estampilles des lingots 5 et 6).

5- Lingot en barre, L. act. 392, section 37 x 28 mm; poids act. 2 kg; estampille à 20 mm de l'extrémité droite, partiellement lisible. Le rapprochement avec l'estampille du lingot n°6 permet néanmoins de restituer la marque : C.[R]VT[IL]; cartouche de 30 x 5 mm, légèrement effilé aux pointes (frappe défectueuse).

6- Lingot en barre, L. 491, section 37 x 28 mm; poids 3,27 kg; estampille légèrement oblique, à 35 mm de l'extrémité droite, bien lisible : C.RVTIL; cartouche quadrangulaire de 31 x 6 mm.

7- Lingot en barre, L. 226, section 40 x 35 mm (léger chanfrein sur deux arêtes); poids 2 kg; pas d'estampille.

Type 4

8- Lingot en barre de 215 x 53 x 37mm (exemplaire très corrodé) poids 3,615 kg; estampille transversale illisible (cartouche rectangulaire de 27 x 7mm), mais l'épiderme est très corrodé.

Type 5

9- Lingot en barre de 255mm, section 55 x 42mm; poids 4,05 kg; pas d'estampille visible.

Type 6 ?

10- Lingot en plaque, dim. 279 x 89 x 35 mm (léger amincissement de la largeur et de l'épaisseur aux extrémités). poids 5,9 kg; pas d'estampille.

Il est important de souligner que tous ces lingots répondent à des modules précis et ont été obtenus par forgeage selon des normes que les mesures, notamment les sections, permettent d'apprécier.

Toutes les estampilles des lingots de type 1 sont situées dans l'axe de la barre et ont été appliquées de la même manière, sauf une qui pourrait être orientée tête en bas par rapport à la disposition la plus courante; un lingot de type 4 porte en revanche une estampille transversale, malheureusement mal conservée. Bien que la lecture soit souvent difficile, on peut en rapporter au moins cinq à une même marque C.RVTIL, bien lisible sur le lingot n°6. En reprenant l'étude de ce gisement, L. Long a observé de son côté des marques plus complètes C.RVTILI (Long 1996, fig. 24, 3; 1997, fig. 19, 1). *Rutili*(...) est moins connu comme

gentilice (-*lianus*, -*lius*) que comme *cognomen* (*Rutilianus*, -*linus*, -*lia*, -*lla*, -*lus*).

L'étude métrologique confirme la normalisation de la production; le lingot n°6 correspond très exactement à 10 livres romaines de 327,45g, impliquant une date de l'ensemble à l'époque romaine (Ier av. / Ve s. ap. J.-C. : la valeur de la livre se modifie au VIe s.) que la découverte d'une céramique de la deuxième moitié du Ier s. av. n. ère, étroitement associée à l'épave, est venue utilement confirmer. Les masses proches de 4 kg pourraient alors se rattacher à une masse prévue de 12 livres (théoriquement 3,92 kg). Cet alignement sur des multiples de la livre dans un système duodécimal est confirmé par les lingots n°7, dont le poids dépasse à peine les 6 livres (théoriquement 1,96 kg) et n°8, très exactement 18 livres (théoriquement 5,89 kg).

Nous sommes donc en présence de lingots fabriqués en fonction d'un poids de métal déterminé, dont l'étalon est clairement la livre romaine. L'association de plusieurs formes de mesures et de masses différentes permettait de répondre au mieux à des besoins variés, notamment dans le cadre d'une petite activité artisanale. Nous sommes donc peut-être en présence d'une épave commandée pour répondre à des besoins privés; d'autres bateaux, pouvant correspondre à de gros chantiers publics, peuvent avoir été chargés d'un seul type de lingots (v. *supra*).

Bibliographie

- Abraham 1997 : Abraham P., Mines et métallurgies antiques de la région du Kaymar (nord-est de l'Aveyron), *Pallas* 46, *Mélanges C. Domergue*, Toulouse 1997, 239-250.
- Chardron-Picault, Ducreux 1993 : P. Chardron-Picault, F. Ducreux, Un quartier artisanal avec ateliers de bronziers à Autun. Premier diagnostic. *Rev. Arch. Est* 44, 1993, 199-209.
- Domergue 1993 : C. Domergue, *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire. Le Domaine des Forges (Les Martyrs, Aude)* (*Rev. Arch. Narb.*, suppl. 27), Paris 1993.
- Doswald 1994 : C. Doswald, Les lingots de fer protohistoriques en Europe occidentale : problématique générale. In : M. Mangin (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen. Archéologie et archéométrie (Actes du Colloque de Besançon, 1993)* (ALUB 536), Paris 1994, 333-343.
- Dubois 1997 : Dubois C., Le site sidérurgique antique de Lercoul (Ariège), *Pallas* 46, *Mélanges C. Domergue*, Toulouse 1997, 265-268.
- Dunbabin 1978 : K. Dunbabin, The mosaics of Roman Africa. *Studies in Iconography and Patronage* (Oxford Monogr. Class. Archaeol.), Oxford 1978.
- Dunikowski, Cabboi 1995 : Dunikowski C. et Cabboi, S., *La sidérurgie chez les Sénons : les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne)*, Document d'Archéologie Française 51, Paris 1995, 186 p.
- Durman 1997 : A. Durman, Iron resources and production for the Roman frontier in Pannonia. In : P. et S. Crew (dir.), *Early ironworking in Europe* (Plas Tan y Bwlch Occ. Papers 3), Plas Tan y Bwlch 1997, 6 sqq.
- Fantar 1994 : M.H. Fantar et coll., *La mosaïque en Tunisie*, Paris 1994.
- Feugère *et al.* 1995 : M. Feugère, J.-F. Maréchal, M. Vedel, Une cargaison romaine de lingots de fer. *Bull. Instrumentum* n°2, déc. 1995, 15.
- Feugère 1997 : M. Feugère, L'artisanat. In : C. Sireix (dir.), *Les fouilles de la Place des Grands Hommes à Bordeaux* (Pages d'Archéol. et d'Hist. Girondines, 3), Bordeaux 1997, 111-115.
- Gaitzsch 1980 : W. Gaitzsch, *Eiserne römische Werkzeuge* (BAR S-78), Oxford 1980, 2 vol.
- Jarrier *et al.* 1995 : C. Jarrier, C. Domergue, B. Pieraggi, A. Ploquin, F. Tollon, Caractérisation minéralogique, géochimique et métallurgique des résidus de réduction directe, d'épuration et de forge du centre sidérurgique romain des Martyrs (Aude, France). *Rev. d'Archéométrie* 19, 1995, 49-61.
- Joncheray 1994 : J.-P. Joncheray, L'épave Dramont C. *Cah. d'Archéol. Subaquatique* XII, 1994, 5-51.
- Long 1996 : L. Long, Carte archéologique, au large de la Camargue. *DRASSM, Bilan scientifique* 1996, 73-79.
- Long 1997 : L. Long, Inventaire des épaves de Camargue, de l'Espiguette au grand Rhône. Des cargaisons de fer antiques aux gisements du XIXe s. Leur contribution à l'étude du paléorivage. In : M. Baudat (dir.), *Crau, Alpilles, Camargue. Histoire et archéologie. Actes du colloque des 18 et 19 nov. 1995*, Arles 1997, 59-113.
- Maréchal 1995 : J.-F. Maréchal, A propos d'un type nouveau de lingot de cuivre d'époque romaine. *Bull. Soc. Nat. Ant. Fr.* 1995, 383-393.
- Parker 1992 : A.J. Parker, *Ancient shipwrecks of the Mediterranean and the Roman provinces* (BAR S-580), Oxford 1992.
- Rech 1980 : M. Rech, Eine Villa rustica im Hambacher Forst, Kr. Düren. *Bonner Jahrb.* 180, 1980, 461-491.
- Sablayrolles 1989 : R. Sablayrolles, L'administration des mines de fer en Gaule romaine. In : C. Domergue (dir.), *Mineria y metallurgia en las antiguas civilizaciones Mediterraneas y Europeas. Coloquio Madrid 1985*, Madrid 1989, vol. II, 157-161.
- Schaltenbrand Obrecht 1996 : V. Schaltenbrand Obrecht, mit Beitr. v. Th. Geiger, R. Pleiner, V. Serneels, Die Eisenfunde. In : *Beitr. zum römischen Oberwinterthur. Vitudurum 7* (Ausgrabungen im Unteren Bühl ; Mon. Kantonsarch. Zürich 27), Egg/Zürich 1996, 141-228.
- Senn-Luder, Serneels *et al.* 1994 : M. Senn-Luder, V. Serneels et GSAF, La Suisse avant le haut fourneau,

- carte des vestiges sidérurgiques. In : M. Mangin (dir.), *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen. Archéologie et archéométrie (Actes du colloque de Besançon, 1993)* (ALUB 536), Paris 1994, 387-392.
- Serneels 1998 : V. Serneels, L'archéologie de l'industrie du fer. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 84.4, 1998, 301-321.
- Serneels, Mangin 1996 : V. Serneels, M. Mangin, Sidérurgie ancienne (Age du Fer - Moyen Age) : Les zones productives principales entre le Rhin, les Alpes et les Pyrénées. *Rev. Arch. de l'Est* 47, 1996.
- Solier 1981 : Y. Solier (dir.), *Les épaves de Gruissan. Archéonautica III*, Paris 1981.
- Tomas i Morera 1995 : Tomas i Morera E., *La farga catalana en el marc de l'arqueologia siderurgica, Simposi internacional Ripoll 1993*, Andorra 1995, 511p.
- Verna 1994 : C. Verna, *Le temps des moulins : le fer et son exploitation dans le comté de Foix à la vicomté du Béarn (fin XIIIe siècle-fin XVe siècle)*, thèse de doctorat Université de Paris I, 2 vol. dactylographiés.
- Zwicker 1996 : U. Zwicker, Ein Werkzeugstahl des Saturninus. *Bayer. Vorgeschichtsbl.* 61, 1996, 245-246.