HAL open science

Des tas de déchets petits et grands : vers des critères d'enregistrements communs nécessaires aux bases de données pour étudier dans la diachronie les productions sidérurgiques

Gaspard Pagès

To cite this version:

Gaspard Pagès. Des tas de déchets petits et grands : vers des critères d'enregistrements communs nécessaires aux bases de données pour étudier dans la diachronie les productions sidérurgiques. Olesti i Vila O., Oller Guzmán J. et Morera Camprudí J. ArqueoPyrenae "L'explotació dels recursos naturals al Pirineu oriental en època antiga", Acta di primer colloqui (Blovir, 2015), Trebals d'Arqueologia n°21, Universitat Autònoma de Barcelona, pp.247-262, 2017, 10.5565/rev/tda.66 . halshs-02431635

HAL Id: halshs-02431635

https://shs.hal.science/halshs-02431635

Submitted on 8 Jan 2020

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

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

https://doi.org/10.5565/rev/tda.66 ISSN 2339-6490 (en línia), ISSN 1134-9263 (en paper)

Des tas de déchets petits et grands : vers des critères d'enregistrements communs nécessaires aux bases de données pour étudier dans la diachronie les productions sidérurgiques

Gaspard Pagès[1]

Reçu : 20-04-2017
Accepté : 01-07-2017

Résumé

Cet article vise à faire une proposition pour l'application de critères systématiques concernant l'enregistrement des sites archéologiques liés à la sidérurgie dans une perspective diachronique.

Mots clés : tas de déchets ; bases de données ; productions sidérurgiques ; diachronie

Abstract. *Heaps of small and large waste: towards common registration criteria necessary for the databases to study metallurgical productions in the diachrony*

This article aims to make a proposal for the application of systematic criteria regarding the registering of archaeological sites related to metallurgy from a diachronic perspective.

Keywords: heaps of waste; databases; iron and steel metallurgy; diachrony

Resum. *Acumulacions de residus petits i grans: cap a uns criteris comuns d'enregistrament necessaris a les base de dades per a estudiar les produccions siderúrgiques des de la diacronia*

Aquest article té com a objectiu dur a terme una proposta per a l'aplicació de criteris sistemàtics a l'hora d'enregistrar jaciments vinculats a la metal·lúrgia del ferro i l'acer des d'una perspectiva diacrònica.

Paraules clau: acumulacions de residus; bases de dades; metal·lúrgia del ferro i l'acer; diacronia

Pagès, Gaspard. « Des tas de déchets petits et grands : vers des critères d'enregistrements communs nécessaires aux bases de données pour étudier dans la diachronie les productions sidérurgiques ». *Treballs d'Arqueologia,* 2017, núm. 21, p. 247-262. DOI: 10.5565/rev/tda.66

1. CNRS, UMR7041 Archéologies et Sciences de l'Antiquité (ArScAn), équipe Archéologie de la Gaule dans le Monde Antique (GAMA). gaspard.pages@gmail.com

1. Introduction

Les études sur la métallurgie du fer ancienne deviennent de plus en plus importantes depuis leur émergence dans les années 1970. Cependant, une grande hétérogénéité des critères de description et d'enregistrement existe. Cet état de fait engendre un manque d'harmonisation et limite les tentatives de confrontation. Il devient en effet de plus en plus difficile d'analyser et de comparer les études micro-régionales et régionales dans un cadre plus large tant les typologies foisonnent. Au moment où débutent de nouveaux programmes de recherche sur la métallurgie du fer dans les Pyrénées-Orientales (66, France) visant justement à étudier de manière diachronique et interdisciplinaire les découvertes anciennes et inédites à l'échelle de plusieurs massifs,[2] une d'harmonisation des critères d'enregistrement des ferriers est proposée. En effet, ces tas de déchets constituent un des fondements pour mesurer les volumes de fer produits dans les officines, définir les modes de production et caractériser les techniques employées. Plus loin, cette proposition a pour ambition de permettre d'analyser de manière plus objective la question des petites entreprises qui sont encore trop souvent interprétées comme des vestiges d'artisanats autarciques sans que des données quantitatives animent ce questionnement.

2. Jalons historiographiques

Dans les années 1990, de nombreuses études se sont concentrées sur la discrimination de la chaîne opératoire de la métallurgie du fer ancienne sur la base des déchets (scories) découverts en fouilles (Tizzoni et Tizzoni, 1992 ; Serneels, 1993 ; Fluzin, 1994 ; Jarrier *et alii*, 1995 ; Mahé-Le Carlier *et alii.*, 1998 ; Mahé-Le Carlier et Ploquin, 1999 ; Fluzin *et alii*, 2000). D'une manière générale, pour la filière directe qui prévaut en Europe avant le XIVe siècle, on distingue : extraction du minerai, concentration du minerai, réduction dite directe du minerai pour produire une masse de fer spongieuse gorgée d'inclusions et de porosités. Les étapes suivantes sont toutes des phases de post-réduction et de forgeage : épuration de cette masse de fer spongieuse, forgeage de barres de fer destinées au commerce, possiblement forgeage de nouvelles formes de barres destinées à des commerces spécialisés ou non, forgeage d'objets en série (clous par exemple) et/ou forgeage d'objets diversifiés en fonction des demandes, recyclage, réparation… (Fluzin, 1983 ; Serneels, 1998 ; Mangin, 2004b). La détermination de ces phases métallurgiques est maintenant en grande partie permise, bien que des approfondissements sur des caractères discriminants ou ubiquistes sont encore en cours notamment au sujet de la variabilité des procédés techniques et de certaines étapes liées à l'épuration et à la fa-

2. Depuis 2014, programme de recherche intitulé « Le fer antique et médiéval du massif du Canigou (66) : études interdisciplinaires des stratégies d'exploitation, des systèmes de production et des réseaux d'échange » de la Direction Régionale des Affaires Culturelles de Languedoc-Roussillon du Ministère de la Culture et de la Communication et dirigé par Gaspard Pagès. Depuis 2015, programme de recherche intitulé « Appropriation, innovations et contrôle : le fer antique et médiéval du massif du Canigou » de Communauté d'Universités et d'Établissements Université Paris Lumières (ComUE UPL) et dirigé par Catherine Verna (Université Paris 8) et Gaspard Pagès.

brication des barres distribuées et/ou commercialisées (Pagès *et alii*, 2008 ; Baron *et alii*, 2011 ; Pagès *et alii*, 2011 ; Sarreste, 2011 ; Piétak *et alii*, 2012).
En arrière-fond et dans un second temps, d'autres recherches ont été menées sur la représentativité des déchets retrouvés puisque l'on ne peut pas considérer de la même manière un individu et un tas de plusieurs milliers de mètres cubes de scories. Pour la post-réduction, cette question de la représentativité des scories doit donc être constamment interrogée pour une raison simple : les forges étant fréquemment implantées en milieu habité et aggloméré, les déchets sont souvent évacués dans le cadre d'une gestion des espaces et de l'encombrement des détritus (Anderson *et alii*, 2003: 89 ; Serneels *et alii*, 2004: 110 ; Bats *et alii*, 2006: 131 ; Pagès *et alii*, 2009: 338 ; Pagès, 2010: 158). Cependant, trop souvent encore quelques scories dans l'habitat sont interprétées comme les témoins d'une forge installée à demeure tout au long de l'occupation des lieux alors qu'il ne s'agit là que de vestiges d'activité conjoncturelle et temporaire.

Pour la métallurgie primaire (réduction du minerai), l'attention portée sur la question de la représentativité des vestiges a concerné surtout la quantification des productions en évaluant le volume des tas de déchets (Decombeix *et alii*, 1998 ; Mangin, 2004a). Cette approche a été spécialement mise à profit sur d'importants ferriers parce qu'il fallait prouver au début des études sur la métallurgie du fer ancienne son importance notamment pour les périodes protohistorique et antique (Decombeix *et alii*, 1998 ; Domergue et Leroy, 2000 ; Decombeix, 2004 ; Mangin, 2004a). Plus précisément, l'étude des espaces sidérurgiques a donc porté sur la surface, la densité, le volume et la forme du ferrier. Quand cela était possible, les études ont également porté sur la relation topographique entre les fourneaux et le ferrier. Plus rarement, ces enquêtes ont également intégré la morphologie des scories. D'autres informations comme l'état de conservation, la datation, le couvert végétal, la topographie naturelle ont également été plus ou moins régulièrement enregistrées. (Dunikowski et Cabboi, 1995 ; Leroy, 1997 ; Decombeix *et alii*, 2000 ; Eschenlohr, 2001, 63-66 ; Sarreste, 2011, 177-178 ; Piétak *et alii*, 2012 ; Mantenant, 2014: 275-278).

Il ressort de ces différents travaux que l'étude des gros ferriers n'a pas posé de problème majeur sauf quand les scories avaient été exploitées au XIXe et XXe s. comme « minerai » et quand les tas de déchets regroupaient une longue période de fonctionnement ou plusieurs phases de fonctionnement.

Pour les petits ferriers, la précision des enquêtes a souvent été moindre : leur enregistrement se limite à un point GPS auquel est associé un diamètre plus ou moins approximatif. Quant à la densité, elle est établie la plupart du temps sur la base des mesures réalisées sur les gros ferriers. Pourtant, une grande hétérogénéité prévaut en la matière selon les cas : entre 210 et 3000 kg/m3 (Cleere, 1976: 234 ; Pelet, 1993: 97 ; Dunikowski et Cabboi, 1995: 122 ; Decombeix *et alii*, 1998 ; Leroy et Merluzzo, 1998 ; Dubois, 2000: 61 ; Decombeix, 2004 ; Sarreste, 2011: 216-217). Ce large intervalle n'est pas sans conséquence sur le calcul des volumes de production établis à partir d'un site de référence. Or, ces petits ferriers sont les plus nombreux et quelles que soient les études : dans le Poitou 91 %,

dans le Berry 44 %, dans le Bas-Maine 61 %, dans l'Aude 64 %, dans les Corbières plus de 60 %, en Suisse occidentale 100 %, ils mesurent moins de 1000 m3 (Serneels, 1993: 76 ; Decombeix *et alii*, 2000: 31 ; Sarreste, 2011: 177-178 ; Saint-Didier, 2013: 166 ; Mantenant, 2014: 276, vol 1). À cela s'ajoute aussi une catégorie de petits ferriers particulière d'ordinaire distinguée : les épandages de scories. Par cette dénomination sont désignés des ferriers épars « dispersés sur le sol, qui ne constituent pas de volume visible dans le paysage. L'origine probable des épandages est la dispersion de petits ferriers suite à des travaux agricoles ou autres, ou bien un étalement ancien de quantités de scories insuffisantes pour former un amoncellement » (Decombeix *et alii*, 2000: 29). Ils peuvent aussi être le témoin de ferriers plus volumineux recouverts par des phénomènes de colluvionnement spécialement présents en milieu montagneux où les labours sont rares. Dans le massif du Canigou (66, France), ils ont été souvent dénommés « forges volantes » (Izard, 1994: 117).

3. Pour des critères d'enregistrements communs

Aujourd'hui, les bases de données deviennent des outils de plus en plus utilisés, voire même indispensables, pour permettre des comparaisons géographiques et chronologiques plus systématiques sur des critères multiples et, ainsi, étudier les variations notamment économiques. À cette considération générale, s'ajoute le fait que l'importance de la métallurgie ancienne n'est plus à prouver en particulier pour l'Antiquité romaine (Domergue *et alii*, 2006 ; Pagès, 2014). Pour continuer à avancer dans les questions sur la production du fer, il paraît maintenant nécessaire de réaliser des études exhaustives et diachroniques qui utilisent des critères harmonisés pour mieux percevoir les rythmes d'exploitation à petites et grandes échelles. En effet, d'un côté on mesure l'extraordinaire importance de la production de fer romaine en Gaule dans des exploitations souvent qualifiées d'ampleur industrielle (ou proto-industrielle) et de l'autre on perçoit l'extraordinaire éclatement des productions notamment à partir du Bas-Empire et cela jusqu'au milieu du Moyen Âge – et d'une certaine manière aussi durant l'âge du Fer. Cette dispersion des productions en petites entités a été interprétée dans les années 1970 comme le symbole d'un repli des espaces commerciaux dans le cadre de sociétés fonctionnant dans un modèle d'autosuffisance et de polyactivités paysannes. Face à ce constat, une autre assertion a été largement diffusée : puisque le fer est produit un peu partout, on serait face à une pénurie en fer dans les campagnes à partir de la fin de l'Antiquité et durant tout le haut Moyen Âge (Martinelli, 1992 ; Arnoux, 1993: 136 ; Contamine, 1997: 40-41 ; Le Goff, 1999: 122-114 ; Béaur *et alii*, 2003). Pourtant, actuellement aucune donnée quantitative n'est disponible pour conforter ce propos. En effet, ces petits ferriers et ces épandages ne forment pas le volume de production le plus important, mais ils représentent les plus nombreuses entreprises : il est évident qu'une production ayant duré plus de 300 ans est plus importante qu'une de quelques années, voire unique (Pagès, 2010: 34-46). Ce constat est encore plus marquant si l'on tient compte du manque de visibilité inhérent aux petits sites et à

leur fort taux de destruction. Il paraît donc nécessaire de revisiter ces questions en utilisant des critères communs permettant des comparaisons diachroniques et multiscalaires. Ces bases de données pourront aussi servir dans des modélisations tenant compte du recyclage, du réseau d'habitat, voire de la densité de peuplement. Ce sera ainsi un moyen plus neutre pour mesurer à la fois les volumes de production par époque, leur rapport avec les marchés, les dynamiques, les initiatives, les renouvellements… L'abandon d'un site de production n'est pas nécessairement un échec, il faut analyser ces phénomènes au regard du contexte économique et politique régional et extrarégional. Ce sera aussi un moyen moins subjectif pour analyser les modes de production que l'on considère trop souvent uniquement à travers la notion d'importance unitaire sans étalonnage.

Comme cela a été montré, les petites unités de production ont été largement inventoriées dans les recherches. Le problème n'est donc pas tant leur découverte ni leur enregistrement, mais plus l'interconnexion des critères d'enregistrement et de publication des données pour permettre des études comparatives diachroniques et multiscalaires. À ce sujet, l'utilisation des typologies au détriment des données brutes est aussi à incriminer, comme cela a déjà été souligné (Sarreste, 2011 ; Saint-Didier, 2013).

Il faut donc utiliser des critères simples et communs. Une série de critères est donc proposée. Ces critères ne constituent en rien un canevas exhaustif, mais l'objectif est de proposer des premiers jalons qui synthétisent les caractéristiques communes nécessaires aux études et aux comparaisons. Ils peuvent aussi servir à la création de typologies, mais surtout ils sont le fondement pour des études statistiques, quantitatives et comparatives nécessaires aux développements des problématiques sur l'exploitation et la production du fer en Europe occidentale depuis l'âge du Fer jusqu'au Moyen Âge. Ces critères ne sont pas inédits. Ils sont couramment utilisés dans les études sur la métallurgie du fer. Cependant, leur utilisation aléatoire constitue un argument majeur en faveur d'une proposition d'harmonisation.

4. Les critères proposés

Ces critères sont établis sur un parti pris simple : un site métallurgique correspond à une entité chronologique cohérente. En cela, un site archéologique ne peut pas rassembler des époques distinctes. Si un même lieu est utilisé durant l'Antiquité puis durant le Moyen Âge, deux sites seront inventoriés en tentant de distinguer les éléments rattachés à chaque époque. Par contre un site peut comprendre plusieurs entités comme plusieurs ferriers contigus par exemple (Serneels, 1993: 76 ; Saint-Didier, 2013: 162-163). De même, un site fonctionnant de l'Antiquité au Moyen Âge forme une entité même si quelques courts hiatus (25/50 ans maximum) peuvent être perçus, comme cela est le cas au Martys (11, France) par exemple (Domergue, 1993).

Ces critères sont envisagés pour être utilisés dans une base de données portée par un Système d'Information Géographique (SIG), lequel forme un outil devenu courant dans l'étude des espaces sidérurgiques. De ce fait, ces critères sont pour certains soumis à l'utilisation de GPS, instrument également commun dans les enquêtes archéologiques spatiales.

1. La localisation

La localisation est une donnée de base qui mérite d'être établie au GPS pour avoir une précision suffisante.

2. La dénomination

De la localisation découle souvent la dénomination qui tient compte du lieu-dit, de la commune, etc.

3. La datation

La datation est un critère problématique parce que plusieurs niveaux de précision sont possibles en fonction des découvertes et du type d'enquête réalisée (cf. infra). Trois niveaux de renseignement doivent donc être pris en compte dans la mesure du possible :

- L'époque : c'est le niveau le plus général. On définit notamment Protohistoire, Antiquité, Moyen Âge
- La période : il s'agit d'un niveau d'analyse intermédiaire. Pour exemple : l'« Époque » Républicaine, Haut-Empire, Bas-Empire, Antiquité tardive, haut Moyen Âge.
- La fourchette : le terminus post quem (TPQ) et le terminus ante quem (TAQ) sont les données les plus fines à renseigner dans des champs distincts pour faciliter les requêtes ultérieures.

4. Mode de datation

Pour qu'il soit possible d'avoir un retour critique sur les datations, il est nécessaire d'indiquer les sources de la datation : céramique, amphore, C14, etc. Dans la mesure du possible, un inventaire des mobiliers et des datations doit être constitué suivant une démarche archéologique classique.

5. Type d'enquête

Pour évaluer le niveau d'étude du site, il est souhaitable de mentionner le type d'enquête archéologique réalisée sur le site : prospection, sondage, fouille extensive, fouille préventive, diagnostic, etc.

6. Bibliographie et inventeur

Les bases de données regroupent bien souvent des données anciennes et inédites. Il est donc nécessaire de mentionner les références bibliographiques (rapports archéologiques compris) associées à chaque site. Le nom de l'inventeur est également nécessaire pour qu'il soit permis de pister la source de l'information.

7. Surface

La surface est le premier critère essentiel pour quantifier la production. Elle est couramment établie par le diamètre du ferrier. Ce type de mesure peut ne pas poser de problème dans des zones de plaine. Cependant, dès lors que l'on se trouve dans un milieu plus pentu, sur des ferriers multiples, ou encore sur des ferriers importants, cette manière de mesurer trouve ses limites. En effet, un même site peut être composé de plusieurs tas de déchets dont la formation découle de la gestion de l'évacuation des déchets par rapport au lieu d'activité (Sarreste, 2011). Toujours dans un souci de systématisme et de transparence, on préférera donc utiliser un SIG pour cerner la surface du ferrier ou des ferriers via l'utilisation d'un GPS.

Figure 1. Un exemple d'un ferrier avec une consistance concentrée dans l'emprise d'un sondage (Mas de la Serre, Finestret, 66, France, G. Pagès).

8. Épandage périphérique

Les ferriers sont des tas de scories qui sont rarement restés circonscrits. Une importante dispersion des déchets est souvent constatée aux alentours des ferriers à cause de la pente, des labours, des colluvionnements, des alluvions, etc. Cette dispersion peut être à l'origine de l'invention de sites fictifs. Il est donc également judicieux de la mesurer si elle est perceptible. Cette mesure peut aussi permettre de réévaluer le volume d'un ferrier érodé et/ou bouleversé. Elle est aussi réalisée avec un SIG via l'utilisation d'un GPS.

9. Emplacement du four ou de la zone de travail

Suivant la même procédure d'enregistrement que pour la surface et l'épandage périphérique, la localisation des vestiges de four, des zones charbonneuses, des zones de minerai grillé, etc. doit être distinguée de la surface du ferrier. Cela permet, d'une part, de localiser des zones d'activités par rapport à la zone de décharge et, d'autre part, de ne pas surestimer la surface de déchets.

10. Densité

La densité ne peut être évaluée qu'au cours de sondages ou de fouilles archéologiques. Elle est une mesure fine de la masse de scories par litre. Non systématique dans le cadre de prospection, cette mesure peut être couplée au critère de consistance (cf. infra).

Figure 2. Un exemple d'une surface supérieure d'un ferrier avec une consistance concentrée (Mas Sahilla, Finestret, 66, France, G. Pagès).

Figure 3. Un exemple d'une surface supérieure d'un ferrier avec une consistance dense (Can Cerda, Montbolo, 66, France, G. Pagès).

11. Consistance

Tous les ferriers ne sont pas restés intacts et beaucoup d'entre eux ont subi des bouleversements plus ou moins importants qui ont un impact sur la concentration des déchets (cf. supra). Aussi, on distingue quatre types de consistances de ferrier : concentré, dense, dispersé, épandage. La consistance concentrée est formée par une accumulation de déchets contigus sans autres inclusions, souvent liée par un sédiment charbonneux (figures 1 et 2). La consistance dense représente un assemblage dense de déchets métallurgiques dans lequel cependant on perçoit l'intrusion d'éléments sédimentaires et minéraux non métallurgiques (figure 3). La consistance dispersée est représentée par des scories nombreuses et significatives, mais non majoritaires par rapport à l'encaissant (figure 4). L'épandage correspond comme son nom l'indique à une zone comprenant des scories très éparses. Couplés au critère de la densité, les différents types de consistances peuvent permettre un calcul des volumes de scories plus juste.

12. Épaisseur

L'épaisseur est un critère couramment utilisé. De manière générale, c'est l'épaisseur maximale qui est mesurée en évitant de tenir compte d'un épiphénomène.

13. Type de scorie

Si les scories denses coulées constituent le déchet de la réduction directe du minerai

Figure 4. Profils des ouvrages selon la technique employée. A : Ouverture à l'explosif – Les Atiels. B. Ouverture à l'outil – Le Goutil. C. Ouverture au feu – Hautech (Clichés A et B : J.M. Fabre).

Figure 5. Un fragment de môle de scorie coulée avec une importante stratification (Oratori, Saint-Marsal, 66, France, G. Pagès).

par excellence, de nombreux types de scories de réduction existent (Dieudonné-Glad, 2000: 34-46 ; Pagès, 2010 ; Sarreste, 2011 ; Piétak *et alii*, 2012). Il est nécessaire de tenir compte de cette donnée dans la perspective d'études sur les techniques de réduction et sur les rendements de production.

À ce sujet, une forme de scorie de réduction découverte dans le massif du Canigou doit être mentionnée : le môle de scorie coulée (Mut et Kotarba, 2007: 151). Le môle est un agglomérat composé d'une accumulation de scories coulées denses fragmentaires liées par une gangue scoriacée. L'ensemble constitue des volumes solides entre 1000 m3 et 7000 m3 (figures 4 et 5). Ils peuvent en effet mesurer plus de 20 m de long, 25 m de large et 4 m de haut. Si des analyses métallographiques viendront préciser la nature de cette gangue et son processus de formation, il est déjà possible d'avancer quelques éléments de réflexion. D'un point de vue macroscopique, cette gangue scoriacée semble hétérogène et renfermer des nodules de diverses natures dont du minerai et de la scorie à tendance argilo-sableuse. L'aspect remarquable de cette gangue est qu'elle est structurée autour de surfaces supérieures accidentées apparemment formées au cours de moments d'arrêt et/ou de phases d'écoulement et/ou de rejets. Il est pour l'instant difficile de savoir si leur formation procède d'une phase à chaud et/ou d'un processus post-dépositionnel. Elles ne semblent pas avoir été damées. Les différentes accumulations de ces couches de gangues de scories sont superposées les unes sur les autres, de manière plus ou moins décalée et/ou empilée. Ainsi, les môles sont souvent stratifiés avec des alternances de couches à scorie coulée traditionnelle scellées par des couches de gangue scoriacée. Cependant, dans certains môles, il est difficile de percevoir cette stratification tant les deux structures sont enchevêtrées. La hauteur des couches est variable, mais ne dépasse pas 60 cm. D'après les prospections, tous ces môles sont datés de l'Époque Républicaine. Tous se sont formés dans des zones inclinées, voire très pentues, et se situent à proximité de cours d'eau. Une grande majorité d'entre eux se situe sur des versants à proximité de crêtes, mais certains se trouvent en fond de vallée.

Dans de nombreux cas, les môles ne sont pas isolés, 3 à 5 d'entre eux peuvent être juxtaposés le long d'une ligne de niveau. Ce positionnement et cette organisation conduisent à la formation d'importantes terrasses directement en amont. Malgré les recherches engagées pour identifier des comparaisons, ces môles du Massif du Canigou (66, France) constituent pour l'instant en Europe occidentale un cas de figure original.

14. État de conservation

L'état de conservation est un caractère banal à mentionner pour mieux relativiser et calibrer l'ensemble des informations collectées. Comme de coutume, on mentionnera les adjectifs suivants : bon, moyen, faible.

15. Forme du ferrier

Selon les études faites sur le grand ferrier du Domaine des Forges au Martys (11, France), le volume d'un ferrier ayant la forme d'un dôme est calculé par la formule suivante : 0,4 × L × l × h (L : longueur, l : largeur, h : hauteur) (Decombeix *et alii*, 1998 ; Decombeix, 2004). Aussi, pour mieux calculer le volume des

Figure 6. Môle fragmenté dans un versant abrupt (Correch del Carraller, Finestret, 66, France, G. Pagès).

ferriers, il est nécessaire de connaître la forme supérieure du tas : en dôme ou plat. Ce critère apparemment anodin peut aussi témoigner de l'état de conservation.

16. Topographie sous-jacente

Couplée à la forme supérieure du ferrier, la topographie sous-jacente doit être estimée pour toujours mieux évaluer le volume des ferriers. On distingue : plat, concave et convexe. À terme, ce critère pourra être utilisé avec des formules spécifiques de calcul du volume.

17. Exploitation postérieure

Toujours dans le but de mieux évaluer le volume des ferriers et d'éviter l'invention de ferriers fictifs, il est nécessaire de mentionner d'éventuelles exploitations postérieures. En effet, les ferriers petits et grands ont servi de matière première pour la sidérurgie moderne. Ils ont aussi été employés dans le cadre de remblaiement ou d'empierrement. La date ou l'époque et le volume sont ainsi des données à renseigner.

5. Conclusion

Pour prouver l'importance de la production du fer ancienne, le volume des productions a été calculé à partir de l'étude des ferriers. Avec comme ambition de montrer l'ampleur des entreprises sidérurgiques anciennes, cette recherche s'est surtout axée sur de grosses unités mo-

dèles. C'est tout à son honneur puisque l'importance des productions anciennes, spécialement pour le Haut-Empire, est maintenant reconnue. Cernées, ces problématiques doivent aujourd'hui évoluer pour continuer à mieux connaître la variété des productions sidérurgiques dans la diachronie en Europe occidentale depuis l'âge du Fer jusqu'au Moyen Âge. À l'heure du développent sans pareil des bases de données, l'archéométallurgie doit entamer une réflexion sur les outils et les critères de recherche qu'elle utilise. Si la typologie était un moyen jusqu'à présent employé pour comparer les données, il semble que l'utilisation de données quantitatives basées sur des critères simples doit s'imposer. Ces critères ne sont pas figés, mais une proposition d'harmonisation doit être engagée.

Références bibliographiques

Anderson, T.; Agustoni, C.; Serneels, V.; Castella, D. (éds) 2003. *Des artisans à la campagne : Carrière de meule, forge et voie gallo-romaines à Châbles*. Fribourg: Éd. Service Archéologique de l'Etat de Fribourg.

Arnoux, M. 1993 : *Mineurs, férons et maîtres de forge : étude sur la production du fer dans la Normandie du Moyen Âge, XIe-XVe siècles* Paris: Éd. C.T.H.S.

Baron, S.; Coustures, M.P.; Béziat, D.; Guérin, M.; Huez, J.; Robbiola, L. 2011. « Lingots de plomb et barres de fer des épaves romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France) : Questions de traçabilité comparée ». *Revue Archéologique de Narbonnaise* 44, 71-98.

Bats, M.; Bouet, A.; Excoffon, P.; Guibal, F.; Pagès, G. 2006. « L'évolution des bâtiments du nord ». En: M. Bats (éd.). *Olbia de Provence (Hyères, Var) à l'époque romaine (Ier s. av. J.-C. - VIIe s. ap. J.-C.)*, 129-151.

Béaur, G.; Arnoux, M.; Varet-Vitu, A. 2003. *Exploiter la terre. Les contrats agraires de l'Antiquité à nos jours, Actes du colloque international (Caen, septembre 1997)*. Caen: Éd. Association d'histoire des sociétés rurales.

Cleere, H. 1976. « Some operating parameters for Roman ironworks ». *Institute of archaeological Bulletin* 13, 233-246.

Contamine, P. (éds) 1997. *L'économie médiévale*. Paris: Éd. Armand Colin.

Decombeix, P.-M.; Fabre, J.-M.; Tollon, F.; Domergue, C. 1998. « Evaluation du volume des ferriers romains du Domaine des Forges (Les Martys, Aude), de la masse de scories qu'ils renferment et de la production de fer correspondante ». *Revue d'Archéométrie* 22, 77-90. https://doi.org/10.3406/arsci.1998.964

Decombeix, P.-M.; Domergue, C.; Fabre, J.-M.; Gorgues, A.; Rico, C.; Tollon, F.; Tournier, B. 2000. « Réflexions sur l'organisation de la production du fer à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Dure, au voisinage des Martys (Aude) ». *Gallia* 57, 23-36. https://doi.org/10.3406/galia.2000.3207

Decombeix, P.-M. 2004. « Encadré 2 : Evaluer la quantité de scories que contient un ferrier : pourquoi et comment faire ? L'exemple de la haute vallée de la <dure (Région des Martys, Aude ». En : M. Mangin (éd.). *Le fer*, 192-198.

Dieudonné-Glad, N. 2000. « L'atelier sidérurgique gallo-romain du Latté à Oulches (Indre) ». *Gallia* 57, 63-75.
https://doi.org/10.3406/galia.2000.3210

Domergue, C.; Leroy, M. 2000. « L'état de la recherche sur les mines et les métallurgies en Gaule, de l'époque gauloise au haut Moyen Âge ». *Gallia* 57, 3-10.
https://doi.org/10.3406/galia.2000.3017

Domergue, C.; Serneels, V.; Cauuet, B.; Pailler, J.-M.; Orzechowski, S. 2006. « Mines et métallurgies en Gaule à la fin de l'Âge du Fer et à l'époque romaine ». En: D. Paunier, D. (Éds). *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'histoire, 5 : la romanisation et la question de l'héritage celtique. Actes de la table ronde de Lausanne, 17-18 juin 2005*. Glux-en-Glenne: Éd. Bibracte, 131-162.

Domergue, C. (éd.) 1993. *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire : Le Domaine des Forges (Les Martys, Aube)*. Paris: C.N.R.S.

Dubois, C. 2000. « Lercoul (Pyrénées ariégeoises) : un site sidérurgique du IIIe s. de notre ère ». *Gallia* 57, 53-62.
https://doi.org/10.3406/galia.2000.3209

Dunikowski, C.; Cabboi, S. 1995. *La sidérurgie chez les Sénons : les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne)*. Paris: Éd. Maison des Sciences de l'Homme.

Eschenlohr, L. 2001. *Recherches archéologiques sur le district sidérurgique du Jura central suisse*. Lausanne: Cahier d'Archéologie Romande.

Fluzin, P. 1983. « Notions élémentaires de sidérurgie ». En: N. Echard (éd.). *Métallurgies Africaines, nouvelles contributions*, 13-44.

Fluzin, P. 1994. « Interprétation des études métallographiques des scories : recherche d'éléments discriminatoires ». En: M. Mangin (éd.). *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen. Archéologie et archéométrie, colloque de Besançon, Besançon, 10-13 Novembre 1993*, 24-30.

Fluzin, P.; Ploquin, A.; Serneels, V. 2000. « Archéométrie des déchets de production sidérurgique. Moyens et méthodes d'identification des différents éléments de la chaîne opératoire directe ». *Gallia* 57, 101-121.
https://doi.org/10.3406/galia.2000.3212

Izard, V. 1994. « Cartographie successive des entreprises métallurgiques dans les Pyrénéens nord catalanes ; support préliminaire à l'étude éco-historique des forets charbonnées ». *Archéologie du Midi Médiéval* 12, 115-129.
https://doi.org/10.3406/amime.1994.1258

Jarrier, C.; Domergue, C.; Pieraggi, B.; Ploquin, A.; Tollon, F. 1995. « Caractérisation minéralogique, géochimique et métallurgique des résidus de réduction directe, d'épuration et de forge du centre sidérurgique romain des Martys (Aude, France) ». *Revue d'Archéométrie* 19, 49-61.
https://doi.org/10.3406/arsci.1995.927

Le Goff, J. 1999. *Un autre Moyen Âge*. Paris: Éd. Gallimard.

Leroy, M. 1997. *La Sidérurgie en Lorraine avant le haut fourneau : L'utilisation du minerai de fer oolithique en réduction direct*. Paris: C.N.R.S.

Leroy, M.; Merluzzo, P. 1998. *Les ateliers sidérurgiques médiévaux de Saint-Didier (Haute-Marne)*. Reims: Bulletin de la société Archéologique Champonoise.

Mahé-Le Carlier, C.; Dieudonné-Glad, N.; Ploquin, A. 1998. « Des laitiers obtenus dans un bas-fourneau ? Etudes chimique et minéralogique des scories du site d'Oulches (Indre) ». *Revue d'Archéométrie* 22, 91-101.
https://doi.org/10.3406/arsci.1998.965

Mahé-Le Carlier, C.; Ploquin, A. 1999. « Typologie et caractérisation des scories de réduction de la métallurgie du fer ». *Revue d'Archéométrie* 23, 59-69.
https://doi.org/10.3406/arsci.1999.975

Mangin, M. 2004a. « Introduction ». En: M. Mangin (éd.). *Le fer*, 5-23.
Mangin, M. (éd.) 2004b. *Le fer*. Paris: Éd. Errance.
Mantenant, J. 2014. *Montagnes métallifères de Gaule méditerranéenne. Approche archéologique et historique de la production des métaux en languedoc occidental du début du second âge du Fer à la fin de la période romaine (IVe s. av. n. è. - Ve s. de n. è.)*. Thèse de doctorat, Toulouse, Université de Toulouse 2 - Le Mirail.
Martinelli, B. 1992. « Agriculteurs métallurgistes et forgerons en Afrique soudano-sahalienne ». *Etudes rurales* 125-126, 25-41.
https://doi.org/10.3406/rural.1992.3351
Mut, G.; Kotarba, J. 2007. « Les activités métallurgiques d'époque romaine dans les Pyrénées-Orientales ». En: J. Kotarba, G. Castellvi, F. Mazière (éds.). *Carte archéologique de la Gaule : les Pyrénées-Orientales (66)*. Paris: Fondation Maison des Sciences de l'Homme.
Pagès, G.; Long, L.; Fluzin, P.; Dillmann, P. 2008. « Réseaux de production et standards de commercialisation du fer antique en Méditerranée : les demi-produits des épaves romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France) ». *Revue Archéologique de Narbonnaise* 41, 261-283.
https://doi.org/10.3406/ran.2008.1194
Pagès, G.; Fluzin, P.; Mangin, M. 2009. « Chapitre 13. L'évolution d'une forge routière vers un atelier de type villageois ». En: J.-L. Fiches (éd.). *Une maison des Ier-IIe siècles dans l'agglomération routière d'Ambrussum (Villetelle, Hérault). Fouille de la zone 9, 1995-1999*, 317-342.
Pagès, G. 2010. *Artisanat et économie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen Âge : une approche interdisciplinaire*. Montagnac: Éd. Monique Mergoil.
Pagès, G. 2014. « Productions, commerces et consommation du fer dans le sud de la Gaule de la Protohistoire à la domination romaine ». *Gallia* 71(2), 47-67.
Pagès, G.; Dillmann, P.; Fluzin, P.; Long, L. 2011. « A study of the Roman iron bars of Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, France). A proposal for a comprehensive metallographic approach ». *Journal of Archaeological Science* 38 (6), 1234-1252.
https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.12.017
Pelet, P.-L. 1993. *Une industrie reconnue : fer, charbon, acier dans le Pays de Vaud*. Lausanne: Cahier d'Archéologie Romande.
Piétak, J.-P.; Leroy, M.; Le Carlier, C.; Merluzzo, P. 2012. « Nouvelles données sur l'importance des vestiges de sidérurgie ancienne en Puisaye ». *Revue Archéologique de l'Est*, 117-131.
Saint-Didier, G. 2013. *La métallurgie du fer dans le Poitou de La Tène finale au Moyen Âge central*. Thèse de doctorat, Université de Poitiers.
Sarreste, F. 2011. *La sidérurgie antique dans le Bas Maine*. Tours: Éd. Presses Universitaires François-Rabelais de Tours.
Serneels, V. 1993. *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*. Lausanne: Cahier d'Archéologie Romande.
Serneels, V. 1998. « La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne ». In: M. Feugère, Serneels, V. (éds). *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, 7-44.
Serneels, V.; Merluzzo, P.; Leroy, M. 2004. « Chapitre 3. Les activités de forge : Le travail du métal ». En: M. Mangin, M. (éd.). *Le fer*. Paris: Éd. Errance, 81-112.
Tizzoni, C.C.; Tizzoni, M. 1992. *Le antiche scorie del golfo di Follonica (Toscana). Una proposta di tipologia*. Milano: Éd. Edizioni Et.

Universitat Autònoma de Barcelona

TREBALLS d'ARQUEOLOGIA

Núm. 21, 2017, ISSN 2339-6490 (en línia), ISSN 1134-9263 (en paper)
http://revistes.uab.cat/treballsarqueologia

ArqueoPyrenae. L'explotació dels recursos naturals al Pirineu oriental en època antiga

Editors:
Oriol Olesti i Vila, Joan Oller Guzmán i Jordi Morera Camprubí

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona
Servei de Publicacions

Entitats editores
Departament de Prehistòria
Departament de Ciències de l'Antiguitat
i de l'Edat Mitjana
CORE en Patrimoni Cultural de la UABCei

Direcció
Xavier Clop
(Departament de Prehistòria, UAB)
Oriol Olesti
(Departament de Ciències de l'Antiguitat
i de l'Edat Mitjana, UAB)

Secretaria tècnica
Oriol Vicente
(CORE Patrimoni Cultural UABCei)

Consell editor
Oriol Olesti i Vila
(Departament de Ciències de l'Antiguitat
i de l'Edat Mitjana, UAB)
Joan Oller Guzmán
(Departament de Ciències de l'Antiguitat
i de l'Edat Mitjana, UAB)
Jordi Morera Camprubí
(Departament de Ciències de l'Antiguitat
i de l'Edat Mitjana, UAB)

Consell assessor
Borja Antela Bermúdez
(Departament de Ciències de l'Antiguitat
i de l'Edat Mitjana, UAB)
César Carreras
(Departament de Ciències de l'Antiguitat
i de l'Edat Mitjana, UAB)
Paloma González
(Departament de Prehistòria, UAB)
Òscar Jané
(Departament d'Història Moderna
i Contemporània, UAB)
Hel·lena Kirchner
(Departament de Ciències de l'Antiguitat i
de l'Edat Mitjana, UAB)
Raquel Piqué
(Departament de Prehistòria, UAB)
Roberto Risch
(Departament de Prehistòria, UAB)
Maria Eulàlia Subirà
(Departament de Biologia Animal, de Biologia
Vegetal i d'Ecologia. Unitat d'Antropologia
Biològica, UAB)

Contacte de la revsta:
Contacte principal:
CORE Patrimoni Cultural UABCei;
core.patrimoni@uab.cat
Contacte de Suport:
Oriol Vicente; oriol.vicente@uab.cat

Administració i edició
Universitat Autònoma de Barcelona
Servei de Publicacions
08193 Bellaterra (Barcelona). Spain
Tel.: 93 581 10 22.
Fax: 93 581 32 39
sp@uab.cat
www.uab.cat/publicacions

Dipòsit legal: B. 49.252-2008
ISSN 2339-6490 (en línia)
ISSN 1134-9263 (en paper)

Hi col·laboren
Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (HAR2013-41629-P)

Ajuntament de Bolvir de Cerdanya. Espai Ceretània

Treballs d'arqueologia és una publicació anual editada pel Departament de Prehistòria, el Departament de Ciències de l'Antiguitat i de l'Edat Mitjana i la CORE en Patrimoni de la Universitat Autònoma de Barcelona, recollint el testimoni dels números anteriors editats pel Centre d'Estudis del Patrimoni Arqueològic de la Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona (CEPAP-UAB). El contingut de cada volum és monogràfic i presenta aportacions d'investigadors i investigadores nacionals i internacionals especialistes en els temes als quals es dedica cada número de la revista.

Treballs d'arqueologia es publica sota el sistema de llicències Creative Commons segons la modalitat:
Reconeixement (by): Has de reconèixer l'autoria de l'obra tal com ho hagi especificat l'autor/a o el/la llicenciador/a (però sense suggerir que t'avala a tu o a l'ús que fas de l'obra).

Sumari

Treballs d'Arqueologia
Núm. 21, p. 1-306, 2017, ISSN 2339-6490 (en línia), ISSN 1134-9263 (en paper)
http://revistes.uab.cat/treballsarqueologia

5 Oriol Mercadal i Fernández (Barcelona 1963 - Ger 2017)

7-8 **Baqué, B.; Olesti, O.** (Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Ciències de l'Antiguitat i de l'Edat Mitjana)
Presentació. *ArqueoPyrenae*, un projecte pirinenc

9-47 **Olesti, O.; Mercadal, O.** (Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Ciències de l'Antiguitat i de l'Edat Mitjana; Museu Cerdà)
L'explotació dels territoris pirinencs orientals en època antiga (s. VI-I ane).
Paraules clau: ceretans; Pirineu Oriental; iberització; romanització.

49-64 **Luault, N.** (UMR 5608 Traces)
Appréhender les dynamiques agraires dans une région de montagne, la Cerdagne : état des lieux (Antiquité tardive/Haut Moyen Âge).
Mots clés : dynamiques agraires ; Cerdagne ; Antiquité tardive ; Haut Moyen Âge ; prospection.

65-76 **Campmajo, P.; Rendu, C.; Crabol, D.; Bousquet, D.; Luault, N.** (Groupe de Recherches Archéologiques et Historiques de Cerdagne; Laboratoire FRAMESPA; TRACES; Université de Toulouse)
Les ressources minérales et végétales de la Cerdagne orientale. Bois, mines, fours à chaux, charbonnières et sites de transformation des minerais. L'apport de l'archéologie.
Mots clés : Pyrénées ; Cerdagne – Capcir ; mines ; fours à chaux ; charbonnières ; transformation des minerais ; Âge du Fer ; Antiquité ; haut Moyen Âge.

77-97 **Palet, J.M.; Garcia, A.; Orengo, H.A.;. Polonio, T** (Institut Català d'Arqueologia Clàssica; Universitat de les Illes Balears; McDonald Institute for Archaeological Research, University of Cambridge)
Els espais altimontans pirenaics orientals a l'Antiguitat: 10 anys d'estudis en arqueologia del paisatge del GIAP-ICAC.

Paraules clau: Arqueologia del paisatge; espais altimontans; Pirineus orientals; vall del Madriu-Perafita-Claror; vall de La Vansa; valls de Núria-Coma de Vaca-Ulldeter.

99-127 **Morera, J.; Oller, J.; Olesti, O.; Viladevall, M.** (Àrea d'Història Antiga, Departament de Ciències de l'Antiguitat de la Universitat Autònoma de Barcelona; Arqueòlegs.cat; Museu Cerdà)
La Cerdanya i l'explotació dels recursos naturals en època antiga: el Castellot de Bolvir y el Tossal de Baltarga.

Paraules clau: Cerdanya; recursos; Castellot; Tossal de Baltarga; ramaderia; agricultura; metal·lúrgia; ceretans.

129-147 **Colominas, L.** (Institut Català d'Arqueologia Clàssica)
Pràctiques ramaderes a la plana de la Cerdanya entre els segles III ane - III ne: més que *pernae.*

Paraules clau: ramaderia; Pirineus orientals; ceretans; Castellot de Bolvir; Tossal de Baltarga; *Iulia Livica.*

149-179 **Mantenant, J.; Munoz, M.** (UMR 5608 TRACES; CNRS, UMR 5563 GET)
L'exploitation des gisements non-ferreux des Pyrénées de l'Est aux trois derniers siècles avant notre ère : une ruée vers l'argent ? Le cas des Corbières .

Mots clés : gisements non-ferreux ; Pyrénées de l'Est ; Massif des Corberes ; mines d'argent.

181-204 **Guàrdia, J.; Carreras, C.; Guitart, J.; Olesti, O.** (Institut Català d'Arqueologia Clàssica; Universitat Autònoma de Barcelona)
El *Fòrum* de *Iulia Libica* i la capitalitat ceretana en època altimperial. Novetats arqueològiques.

Paraules clau: *Iulia Libica*; Les Colomines; fòrum; ceretans; *Ruscino.*

205-222 **Caueet, B.; Tămaş, C.G.** (TRACES, UMR 5608; Département de Géologie, Université Babeş-Bolyai)
Une source de l'or pyrénéen et son exploitation dans l'Antiquité.

Mots clés : Archéologie minière ; Archéo-géologie ; Mines d'or ; Antiquité romaine ; Pyrénées ariégeoises ; Or primaire pyrénéen.

223-245 **Meunier, E.; Caueet, B.; Munoz, M.** (TRACES, UMR 5608/GET, UMR 5563)
L'exploitation antique du cuivre dans le Séronais (Pyrénées centrales, France). Mine, métallurgie et hábitat.

Mots clés : Séronais ; production de cuivre ; Antiquité ; mines.

247-262 **Pages, G.** (Archéologies et Sciences de l'Antiquité (ArScAn), équipe Archéologie de la Gaule dans le Monde Antique (GAMA))
Des tas de déchets petits et grands : vers des critères d'enregistrements communs nécessaires aux bases de données pour étudier dans la diachronie les productions sidérurgiques**.**

Mots clés : tas de déchets ; bases de données ; productions sidérurgiques ; diachronie.

263-285 **Munteanu, G.; Tămaş, C.G.; Caueet, B.; Mut, G.** (TRACES-UMR 5608-UTJJ)
Vestiges de l'exploitation du fer aux époques pré romaine et romaine dans le district minier de Baillestavy (Pyrénées-Orientales, France).

Mots clés: Antiquité ; âge du Fer ; Baillestavy ; fer ; mines ; sidérurgie.

287-306 **Gassiot, E.; Pèlachs, A.** (Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Prehistòria; Departament de Geografia)
La ocupación ganadera de los Pirineos occidentales de Catalunya en época romana e inicios de la Edad Media

Palabras clave: Pirineos; arqueología; época romana; ganadería; impacto antrópico.