HAL open science

L'artisanat du fer en milieu caussenard : l'exemple de l'enceinte de Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon (Aveyron) au Ve et VIe s. a.C.

Philippe Gruat, Philippe Abraham, Cécile Le Carlier de Veslud, Alain Ploquin, Carmen Grima, Georges Marchand, Georges Marty

To cite this version:

Philippe Gruat, Philippe Abraham, Cécile Le Carlier de Veslud, Alain Ploquin, Carmen Grima, et al.. L'artisanat du fer en milieu caussenard : l'exemple de l'enceinte de Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon (Aveyron) au Ve et VIe s. a.C.. Pierre-Yves Milcent. L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du XXVIIIe colloque international de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer (Toulouse, 20-23 mai 2004), Supplément Aquitania (14/2), Fédération Aquitania, pp.177-212, 2007, 978-2-910763-08-4. hal-02357554

HAL Id: hal-02357554

https://univ-rennes.hal.science/hal-02357554v1

Submitted on 13 Jun 2020

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

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

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

L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation, p. 177-212

L'artisanat du fer en milieu caussenard : l'exemple de l'enceinte du Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon (Aveyron) aux Ve et IVe s. a.C.

Philippe Gruat, Philippe Abraham, Cécile Mahé-Le Carlier, Alain Ploquin
avec la collaboration de Carmen Grima, Georges Marchand, Georges Marty

Résumé

Les huit campagnes de fouilles menées entre 1995 et 2004 sur l'enceinte du Puech de Mus, au cœur du Larzac, renouvellent notablement notre perception de l'habitat caussenard des Ve et IVe s. a.C. Parmi les principaux acquis, la métallurgie occupe une place de choix. Les 765 m² étudiés derrière les fortifications ont livré deux secteurs successifs liés à cet artisanat au sein de l'habitat. Leur originalité réside dans le fait qu'ils s'organisent autour de foyers de forge d'un type inconnu jusqu'alors, sur sole d'argile surmontée initialement d'un entourage de pierre luté. Ceux de la phase la plus ancienne sont regroupés dans un bâtiment, sur poteaux porteurs et solins de pierre. Ceux de la phase la plus récente sont en partie à ciel ouvert, en bordure d'auvents ou de hangars. L'abondance des déchets de fabrication permet de caractériser la chaîne opératoire et confirme l'activité polymétallique (fer et alliages cuivreux) des deux ateliers même si la sidérurgie paraît prépondérante.

Mots-clés

Causse du Larzac, atelier polymétallique, foyers de forge, soles d'argile, paroi de four, culots stratifiés, barres, battitures, déchets

Abstract

The eight campaigns carried out between 1995 and 2004 on the fortification of Puech de Mus, in the middle of the Larzac plateau, significantly changed our view of the settlement on the limestone plateau during the Vth and IVth centuries BC. Among the new information, that on metallurgy is particularly important. The 765 square metres examined behind the fortifications revealed two successive areas linked to this craft industry within the settlement.

Their distinctiveness lies in the fact that they are organized around smithing hearths of a previously-unknown type, consisting of a clay hearth initially surmounted by a circular stone superstructure also coated with clay. The smithing hearths of the earliest phase are grouped together in a building with load-bearing posts and stone foundations. Those of the latest phase are , in part, in the open-air, next to lean-to strcutures or sheds. The wealth of debris from production makes it possible to characterize the sequence of operations that were carried out and confirms that metallurgical activity extended to other metals (iron and copper alloy) in both phases of the workshops, even if the iron industry seems to be predominant.

Keywords

Causse du Larzac, bimetallic workshop, smithing hearths, clay hearth, furnace wall, laminated waste, iron bars, "battitures" (splinters of iron) hammerscale, waste

1. Présentation

L'habitat protohistorique du Puech de Mus est situé sur la bordure occidentale du Causse du Larzac, dans le département de l'Aveyron, sur la façade sud-ouest du Massif Central (fig. 1). À 842 m d'altitude, il surplombe, d'environ 280 m, la haute vallée du Cernon, notamment la cité templière et hospitalière de Sainte-Eulalie-de-Cernon. Le site, distant seulement de 90 km du littoral languedocien, est localisé aux confins du monde celtique et du domaine méditerranéen, dans un riche contexte archéologique diachronique.

Fig. 1. Situation de l'enceinte du Puech de Mus dans le département de l'Aveyron.

Sur le plan stratégique, cet habitat de hauteur est situé en bordure immédiate d'un axe économique important pour la région. Dès la première moitié du VIe s., mais surtout au cours du Ve et du début du IVe s. a.C., ce dernier est attesté par les céramiques d'importation d'origine méditerranéenne : amphores étrusques et de Marseille, céramiques grecques d'Occident grises monochromes et à pâte claire, rares vases attiques. Cette "route", de direction nord-sud, relie au plus court le littoral languedocien de la région d'Agde au Massif Central (plaine de la Limagne), *via* la moyenne vallée de l'Hérault, le Lodévois, le Millavois (oppidum de La Granède) et la haute vallée de l'Aveyron (butte de Sévérac-le-Château)[1]. Sa vitalité, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, s'accentura durant la fin du second âge du Fer (IIe et Ier s. a.C.), avec notamment des importations italiques massives[2]. Une importante voie romaine prendra le relais au Haut-Empire, menant de Saint-Thibéry (*Cessero*) à Rodez (*Segodunum*)[3] par Millau (*Condatomago*) mais aussi à Banassac (Lozère) par le Sévéragais[4].

Le site correspond à une enceinte de rebord de plateau, d'un peu plus d'un hectare de superficie, identifiée par André Soutou dans les années 1960[5]. Elle fait l'objet de nouvelles recherches depuis 1995, visant à poursuivre la fouille extensive d'un secteur de fortifications successives[6] et d'habitat[7] (S.1), déjà traité sur près de 1900 m² (fig. 2).

L'habitat principal, situé derrière et le long des remparts, comprend deux périodes d'aménagement très proches dans le temps et indifférenciables sur le plan sédimentaire (US 1005)[8] : l'habitat inférieur (le plus ancien) et l'habitat supérieur (le plus récent). Ces dernières se mettent en place au cours du Ve et de la première moitié du IVe s. a.C., entre les phases

1- Blanquet & Gruat 1995 ; Gruat 2000, 32-33.
2- Gruat 2000, 46-48 ; Gruat & Izac-Imbert 2002, 78-80.
3- Sillières & Vernhet 1985.
4- Blanquet 1980 ; Labrousse 1980.
5- Soutou 1985, 106.
6- Gruat *et al.* 2003.
7- Gruat & Marty 2000 ; Gruat *et al.* 2004 ; Gruat & Marchand 2005.
8- Les divers niveaux de décapage des fouilles (N.) permettent toutefois de les différencier globalement. L'habitat supérieur comprend pour les campagnes de 1995 à 2004 : N.I des travées A à K du carroyage, N.I à III des travées L à M, N. I à IV des travées N à X. L'habitat inférieur concerne, pour les mêmes travées, les niveaux sous-jacents.

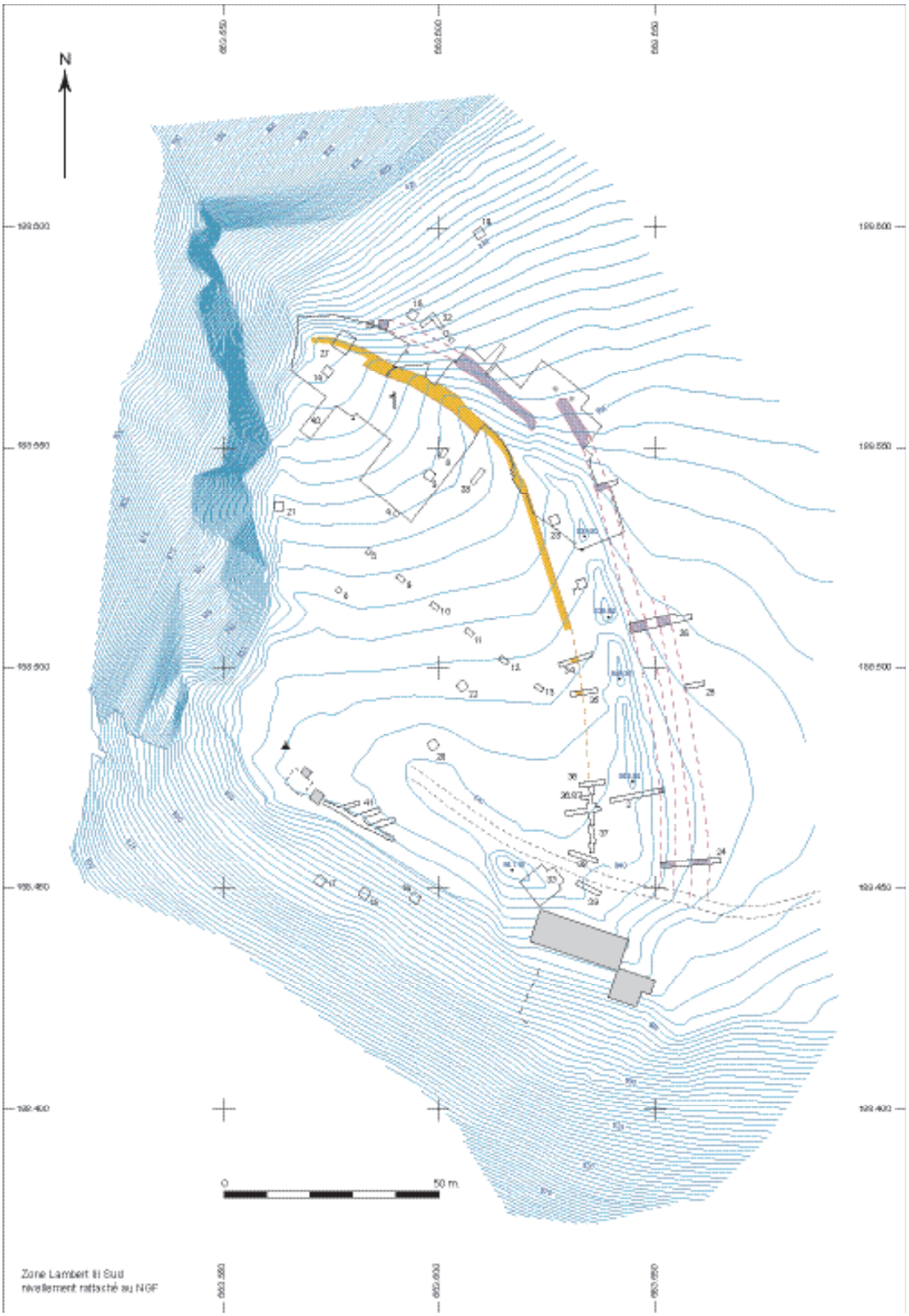


Fig. 2. Topographie générale du Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon (état, fin 2004). En **jaune**, tracé du mur intérieur de la première enceinte (phase III). En **violet**, fossés des phases V et VI. Le secteur 1 est celui abordé dans la présente contribution.

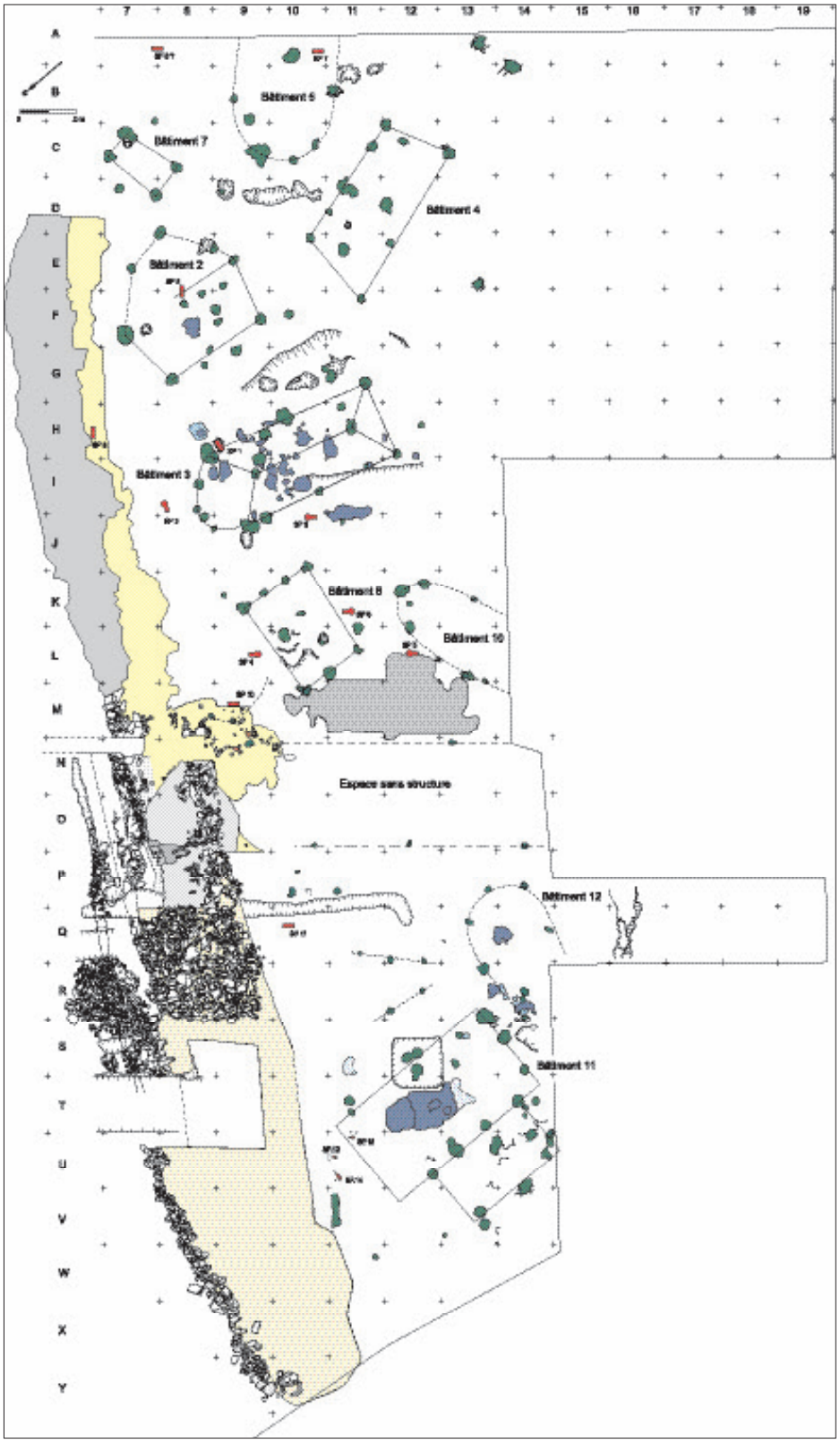


Fig. 3. Plan d'ensemble simplifié des structures de l'habitat inférieur (US 1005) et son interprétation derrière les fortifications. En **vert**, trous de poteau ; en **bleu**, les foyers sur sole d'argile ; en **rouge** (SP), sépultures de périnataux. Les pierres des trous de poteaux et des solins n'ont pas été figurées, dans un souci de lisibilité. C'est plus particulièrement le cas pour le solin fermant le côté nord de l'habitation du bâtiment n° 11.

IV et VII du site dictées par la chronologie relative des faits archéologiques[9]. Sur les 765 m² déjà étudiés, lors de chacune de ces étapes, un secteur lié à la métallurgie du fer et du bronze, a été mis en évidence[10]. En raison du pendage du socle du sud-sud-est vers le nord-nord-ouest (fig. 2), les structures sont mieux conservées dans la partie topographiquement la plus basse du site, contre les fortifications et près du bord de falaise, grâce à une sédimentation accrue.

La présente contribution va s'attacher à étudier les structures et les déchets liés à la métallurgie du fer, manifestement associée à celle du bronze (ateliers polymétalliques), en vue de caractériser la chaîne opératoire. Les vestiges seront abordés par ordre chronologique, des plus anciens, moins bien conservés, aux plus récents, mieux documentés et pour lesquels nous disposons d'analyses pétrographiques et chimiques.

2. Vestiges métallurgiques de l'habitat inférieur

2.1. Organisation générale (fig. 3)

La phase la plus ancienne (-480/-450 à -425 environ), particulièrement dense, présente une trame régulière et orientée de bâtiments sur poteaux porteurs et solins de pierre[11]. D'une manière générale, l'orientation est nettement organisée selon un axe nord-sud (10° E environ), dictée par le pendage du substrat et non perpendiculaire au tracé des fortifications (8 à 22° d'écart). Les bâtiments les plus complets sont d'orientations très proches : n° 2 : 9° E, n° 3 : 14° E, n° 6 : 5° E, n° 11 : 2° E. Quelques-uns sont cependant sensiblement décalés : n° 4 : 9° O, n° 7 : 14° O, ainsi que les éventuels bâtiments absidiaux 10 et 12 *grosso modo* perpendiculaires à cet axe. Comme aucun bâtiment de l'habitat inférieur ne se recoupe, rien ne permet pour l'instant d'imputer cet écart à deux phases de chronologie différente. Au contraire, l'écartement relativement régulier entre les diverses unités domestiques ou artisanales plaident pour leur contemporanéité "dans un cadre urbanistique préconçu"[12], à l'instar du Languedoc.

Les plans des bâtiments sont variés : quatre plans absidiaux (n° 3, 5, 10 et 12), trois plans rectangulaires dont deux greniers (n° 6 et 7) et une unité domestique double (n° 11), deux plans trapézoïdaux (n° 2 et 4). Tous s'égrènent dans une bande de 12 à 15 m de large le long des fortifications. À l'approche du bord du plateau, le socle rocheux a été nettement excavé, matérialisant indiscutablement la limite du secteur habité à l'intérieur de l'enceinte. Un important secteur vierge de toute structure (environ 3,2 x 12 m au moins), perpendiculaire au mur d'enceinte, sépare deux zones bien distinctes de l'habitat. Il est interprété comme un espace communautaire ou public, donnée pour le moins inattendue et rare y compris dans le Midi de la Gaule. Dix sépultures de périnataux ont été mises au jour ainsi que les restes déplacés d'au moins cinq autres[13].

2.2. Le bâtiment n° 3 : un atelier polymétallique (fig. 4)

Au cours des campagnes de fouilles 1998 et 1999, une série de foyers en relation directe avec l'artisanat du fer et du bronze ont été mises au jour, au sein d'un même atelier polymétallique. L'ensemble est regroupé dans un bâtiment (n° 3) en matériau périssable sur poteaux porteurs situé au milieu d'autres unités domestiques[14].

Dans un premier temps, il présente un plan absidial, uniquement du côté nord, à deux nefs de 7,50 m de longueur sur près de 3 m large environ, soit environ 19,5 m² de surface au sol. La répartition des soles d'argile suggère une superstructure partiellement, voire intégralement, ouverte sur les côtés, donc une surface utilisable plus importante.

9- Gruat *et al.* 2003, 70.
10- Nous n'aborderons pas ici le problème des essences utilisées qu'il est impossible de différencier de celles des superstructures des bâtiments. Le chêne (*Quercus sp.*) et le hêtre (*Fagus*) sont les espèces très largement dominantes avec respectivement en moyenne 70 % et 30 % environ du cortège. La seconde essence est légèrement mieux représentée dans et autour de l'atelier polymétallique de l'habitat inférieur (bâtiment n° 3).
11- Gruat & Marchand 2005.
12- Dedet 1999, 323.
13- Dedet *et al.* 2001.
14- Gruat 2001, 206-216 ; Gruat 2003, 134-139.

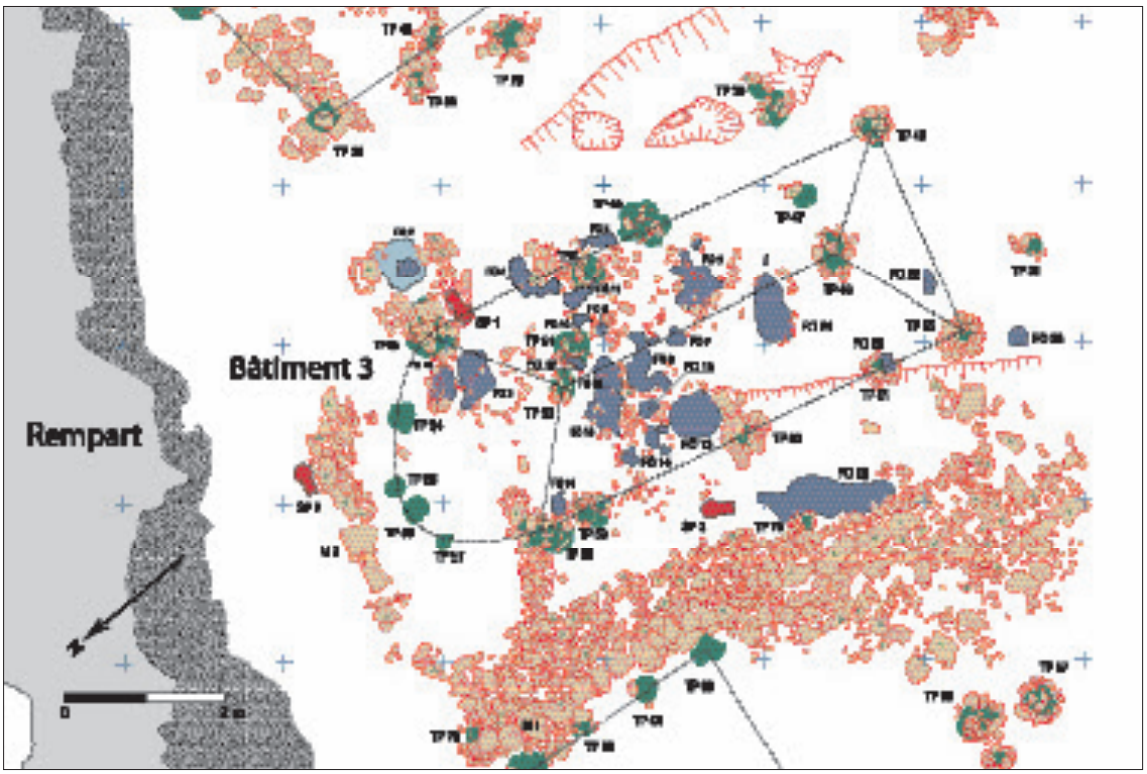


Fig. 4. Détail du bâtiment n° 3, atelier polymétallique. En **orange**, les pierres ; en **vert**, les trous de poteau ; en **bleu**, les foyers sur sole d'argile ; en **rouge**, les sépultures de périnataux.

Une série de gros trous de poteau, avec souvent leurs calages encore en place, dessine le plan du bâtiment (fig. 4 et 6). Les six poteaux porteurs sont disposés de manière symétrique (écartement depuis le centre des trous entre 2,80 et 3 m) : n° 46, 49, 53, 58, 60 et 62. Celui situé au nord-ouest (n° 58) est doublé par un autre trou de poteau (n° 59) reprenant parfaitement l'alignement. Cela affecte le poteau porteur le plus sollicité, en raison du pendage du terrain et curieusement le moins bien ancré dans le socle (réparation ?). Les trous de poteau n° 48 et 52 constituent manifestement les poteaux porteurs de la faîtière d'un toit à pans coupés, confirmant que le bâtiment était bien couvert. Quant aux trous de poteau n° 50 et 61, ils s'intègrent bien aux alignements des grands côtés, mais rompent l'écartement régulier des poteaux de base. À l'image du second, partiellement recouvert d'un lambeau de sole de foyer (FO 29), comme le TP 51 (FO 17) ou encore le TP 47, on ne peut exclure qu'ils puissent aussi relever d'une occupation antérieure.

Enfin, les trous de poteau de la partie absidiale (n° 54 à 57) se singularisent par leur module, l'absence de calage et leur aménagement exclusivement dans le substrat.

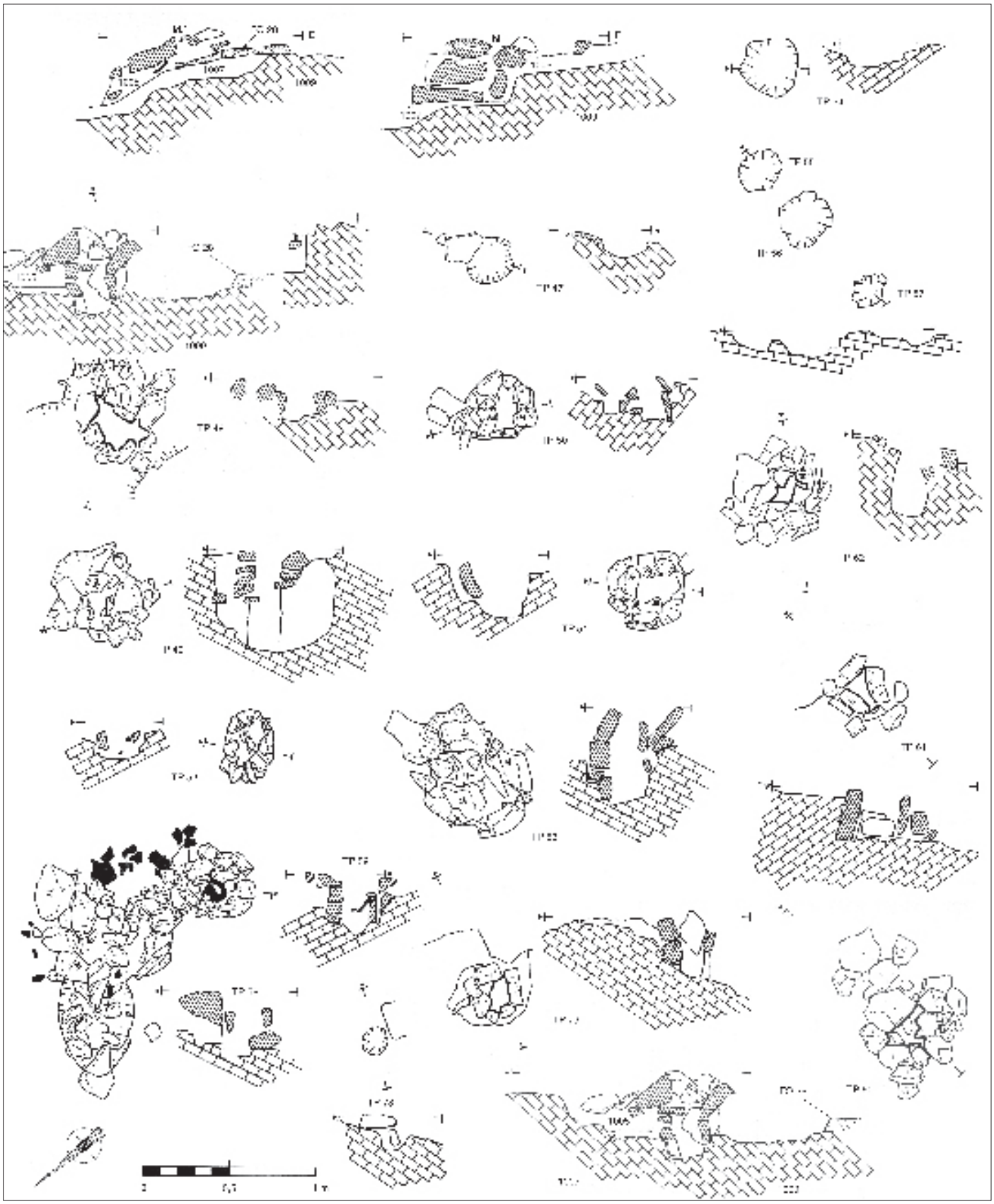
Les coupes et les dimensions des trous de poteau montrent qu'on a voulu rendre résistantes des superstructures en matériau périssable (fig. 5 et 6). L'ancrage le plus marqué dans le substrat concerne ceux de la façade orientale, non protégée ultérieurement par un solin, manifestement ouverte, comme nous le verrons plus loin. Là, le creusement peut atteindre 0,70 m de large sur 0,55 m de profondeur. Les négatifs des poteaux les mieux conservés (fig. 6), "fossilisés" par les calages de pierre, impliquent des pièces de bois d'un diamètre minimum de 0,15 à 0,20 m en moyenne (fig. 6).

N° de trou de poteau	Ø externe en cm	Profondeur Conservée en cm	Présence de calage	Ø interne du calage ou du trou en cm
TP 46	52 à 46	31	Oui	20
TP 47	30 à 24	14	Peu	-
TP 48	68 à 50	24	Oui	28 à 16
TP 49	60 à 50	58	Oui	14
TP 50	44 à 34	24	Oui	22 à 12
TP 51	44	31	Oui	27 à 12
TP 52	44 à 28	17	Oui	12
TP 53	97 à 56	56	Oui	16
TP 54	34	12	Non	-
TP 55	26 à 22	9	Non	-
TP 56	32 à 28	14	Non	-
TP 57	22 à 18	8	Non	-
TP 58	100 à 50	39	Oui	16
TP 59	44 à 40	38	Oui	16
TP 60	64 à 60	48	Oui	16 à 12
TP 61	48 à 46	32	Oui	22 à 6
TP 62	66 à 62	42	Oui	15
TP 78	16 à 14	10	Non	-
TP 79	42 à 38	38	Oui	15 à 10

Fig. 5. Description synthétique des trous et des calages de poteaux du bâtiment n° 3.

Dans un second temps, le bâtiment n° 3 semble être agrandi vers le nord et l'ouest (solins) et passer peut-être à un plan quadrangulaire à trois nefs. Il mesure alors 8,80 m de long et 6,40 à 7 m de large environ pour 50 m² environ de surface couverte utilisable estimée. Lors de cette seconde phase, l'ensemble ne paraît vraiment fermé que du côté des vents dominants d'ouest, secteur muni d'un puissant solin de pierre (M 1), faisant également office de mur-terrasse pour compenser le pendage du socle. Il comprenait probablement au moins un trou de poteau (TP 79).

Ce soubassement, d'environ 1 m à 1,20 m de large, compte encore jusqu'à 3 assises d'élévation au niveau de son parement extérieur constitué de blocs en calcaire oolithique et dolomitique (0,35 x 0,30 m). Les réemplois sont fréquents : pierres calcinées des deux premiers remparts et fragments de meules dormantes en grès. La moitié sud-sud-ouest est mal conservée à partir du carré J11. Elle se présente sous la forme d'un éboulis lâche au sein duquel on retrouve cependant l'alignement de l'assise de base du parement. Le développement initial de l'ensemble peut être estimé à 8 m environ au moins. La présence dans les abords immédiats de ce mur terrasse et au cœur de son effondrement de nombreux fragments de torchis donne à penser qu'il fit également office de solin d'une superstructure en matériau périssable, protégeant ainsi le bâtiment des vents dominants d'ouest. En outre, ce dispositif assurait une certaine obscurité recherchée par les métallurgistes qui pouvaient ainsi, en fonction des teintes, mieux différencier les étapes de leur art. Le bon état de conservation de l'extrémité nord-nord-est de cet aménagement coïncide exactement avec l'alignement de trous de poteaux (n° 63 à 66) du bâtiment n° 6 (grenier) qui borde son parement. Au vu des coupes stratigraphiques, il est clair que le mur terrasse n'est pas installé directement sur le socle rocheux : il recouvre partiellement des structures antérieures, ainsi préservées (lambeaux d'US 1007 et foyer 28). Il en est de même, pour un modeste alignement de



blocs, marquant partiellement la limite nord du bâtiment (M 2). Large d'à peine 0,40 m, il paraît davantage correspondre à une limite sans grande élévation plutôt qu'à une véritable paroi fermant totalement la partie septentrionale.

2.3. Les foyers de forge et les vestiges associés

Entre ces trous de poteau, plus rarement à la périphérie immédiate de l'aire qu'ils délimitent, une batterie de soles d'argile rubéfiée a été mise au jour (fig. 4). La distribution de ces dernières montre clairement qu'il n'y avait pas de paroi entre les poteaux porteurs, dont les calages – largement débordants – les protégeaient des structures à feu.

Le nombre de ces soles le plus souvent très dégradées ou remaniées par les suivantes, est difficilement quantifiable. Aussi avons-nous pris le parti d'attribuer un numéro à toutes celles que les données de terrain tendaient à individualiser. Vingt-trois ont été ainsi recensées, appartenant au moins à une quinzaine d'unités. De quelques centimètres d'épaisseur, elles sont constituées d'argile rubéfiée, rougeâtre et magnétisée. Les indications fournies par la chronologie relative sont décevantes : une seule superposition est avérée (FO 12 sur FO 16). Les altimétries ne sont pas plus utiles, tant les différences d'une sole à l'autre sont souvent peu significatives et faussées par le pendage général du bâtiment, lié à celui du substrat (fig. 8). Une sole au moins (FO 28), se singularisant il est vrai, par ses grandes dimensions, est antérieure au mur terrasse et donc à l'agrandissement du bâtiment absidiale initial. La répartition de ces soles montre une plus grande densité et un meilleur état général dans la moitié septentrionale du bâtiment que dans la moitié méridionale, manifestement en liaison avec le pendage du terrain. Cette différence a donc toutes les chances d'être due à un problème de conservation découlant de l'érosion.

◀Fig. 6. Plans et coupes des trous de poteau du bâtiment n° 3.

Très peu de ces foyers sur sole d'argile sont accompagnés d'un véritable entourage de pierre, même partiel (FO 2, 6, 16 et 24). Un seul a fait l'objet d'une recharge (FO 16 a et b) et deux sont sur un radier de pierres (FO 6 et 24). Excepté un cas (FO 13), de plan vraiment ovale (fig. 8), la plupart des foyers présentent, au premier abord, des contours très irréguliers. Cet aspect doit être nuancé car il a toutes les chances, lui aussi, d'être le résultat d'une conservation différenciée des soles d'argile. En effet, quand on relève les dimensions maximales des mieux conservées (fig. 7), ces dernières paraissent assez calibrées, avec un grand (60/70 x 40/50 cm) et un petit module (20/30 x 20 cm).

Ces soles, bien trop nombreuses pour des usages strictement domestiques au regard des autres bâtiments, sont associées à d'abondants vestiges liés à la métallurgie du fer et du bronze : battitures, fragments de parois de four vitrifiées, scories, sidérolithes, objets en fer ou en bronze finis ou seulement ébauchés, pièces usagées sans doute destinées au recyclage, rares fragments de creusets et coulures de bronze, etc. Ces éléments n'ont pas encore fait l'objet d'analyses pétrographique et chimique.

Les proportions nettement plus élevées de scories et de parois de four dans et autour du bâtiment n° 3 que sur le reste de la surface fouillée de l'habitat inférieur, indiquent que nous sommes bien dans un secteur spécialisé dans la métallurgie (fig. 9). Aussi, nombre de ces soles nous paraissent être des foyers d'affinage ou de forge). Tous les foyers analysés (fig. 7) contiennent, dans des proportions variables, des battitures. Leur typologie ne permet pas ici d'envisager une véritable spécialisation des foyers[15]. En effet, la plupart des soles ont livré des battitures plates et rondes. On relèvera toutefois que plusieurs ne contiennent que des battitures plates alors que les deux seuls pourvus que de battitures rondes (FO 25 et 29) sont proches et situées dans l'angle sud-ouest du bâtiment.

Sur une surface totale fouillée de 765 m², près de 9 400 g de scories ferreuses et plus de 340 g de parois de four ont été récoltés. Parmi les objets métalliques recueillis, ceux d'alliage cuivreux sont toutefois nettement plus nombreux (175 ex.) que ceux en fer

15- Serneels 1998 ; Orengo 2003, 47.

Échantillon	Dimensions maximales des soles (en cm)	Localisation		Présence de battitures		
		Carré	Niveau	Plates	Rondes	Proportion
FO 2	66 x 58	H8	II	?	?	?
FO 3	66 x 44	I9	II	X		•
FO 4	62 x 52	H9	II	X		•
FO 5	48 x 14	H9 /H10	II	X		• •
FO 6	68 x 66	H10	II	X	X	• • •
FO 7	22 x 24	H10	II	X		• • •
FO 8	76 x 54	I10	II	X	X	• • •
FO 9	Même sole ?	H9/H10	II	X	X	•
FO 10	68 x 54	H9	II	X		•
FO 11		H9	II	X	X	• •
FO 12	66 x 36	I9/I10	III	X		•
FO 13	64 x 54 (ovalaire)	I10	III	X	X	• •
FO 14	Lambeau	I10	II	X	X	•
FO 15	Lambeau	I10	III	X	X	•
FO 16 parois	-	I9/I10	III	X		•
FO 16 B	27 X 24 (lambeau)	I9/I10	III	X	X	• • •
FO 16 A	60 x 46	I9/I10	III	X		• •
FO 17	20 x 20 (lambeau)	I9	III	X	X	•
FO 18	30 x 20 (lambeau)	I9/J9	III	X		•
FO 19	44 x 30	I8 / I9	III	X	X	•
FO 24	84 x 44	H11	III	X		• • •
FO 25	32 x 14 (lambeau)	H12	III		X	•
FO 26	24 x 22 (lambeau)	H12	III	?	?	?
Sur FO 28	-	I11/J11	III	X		• •
FO 28	170 X 56	I11	III	X		•
FO 28		I11/J11	III	X	X	• • •
FO 29	32 x 20 (lambeau)	I11	III	X		•
Sédiment	-	I12	III	X	X	• • •
Sédiment	-	K11	III	X		• •
Sédiment	-	I11	III	X		• • •
Sédiment	-	L12	III	X		•
Sédiment	-	H9	III	X	X	• • •
Sédiment	-	G9	III	X	X	•
Sédiment	-	F8	III	X	X	• • •

Fig. 7. Caractéristiques des foyers sur sole d'argile et des échantillons de terre analysés du bâtiment n° 3 de l'habitat inférieur US 1005.
• : battitures en quantité faible, • • : battitures en quantité moyenne, • • • : battitures très abondantes.

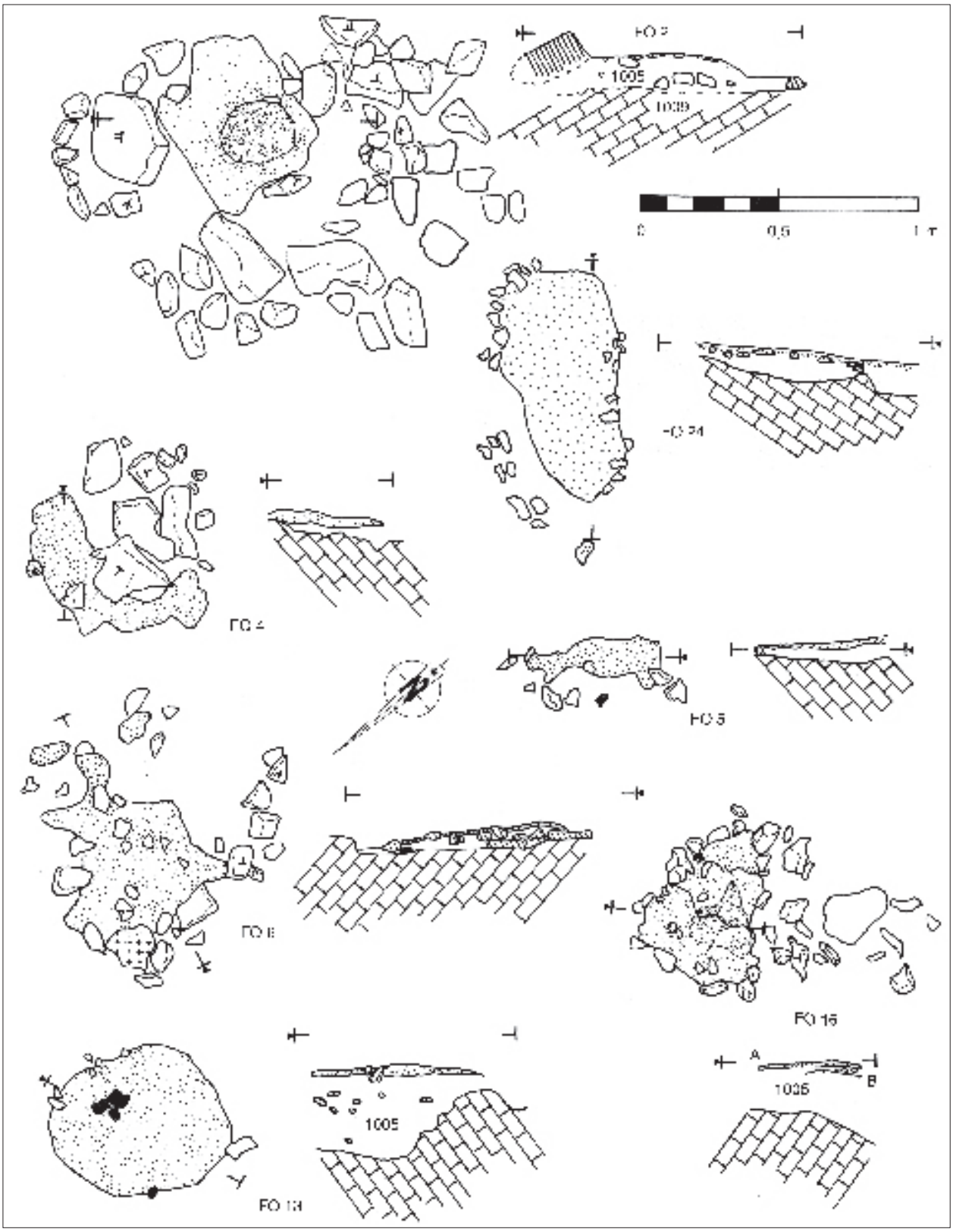


Fig. 8. Plans et coupes des foyers de forge sur sole d'argile du bâtiment n° 3.

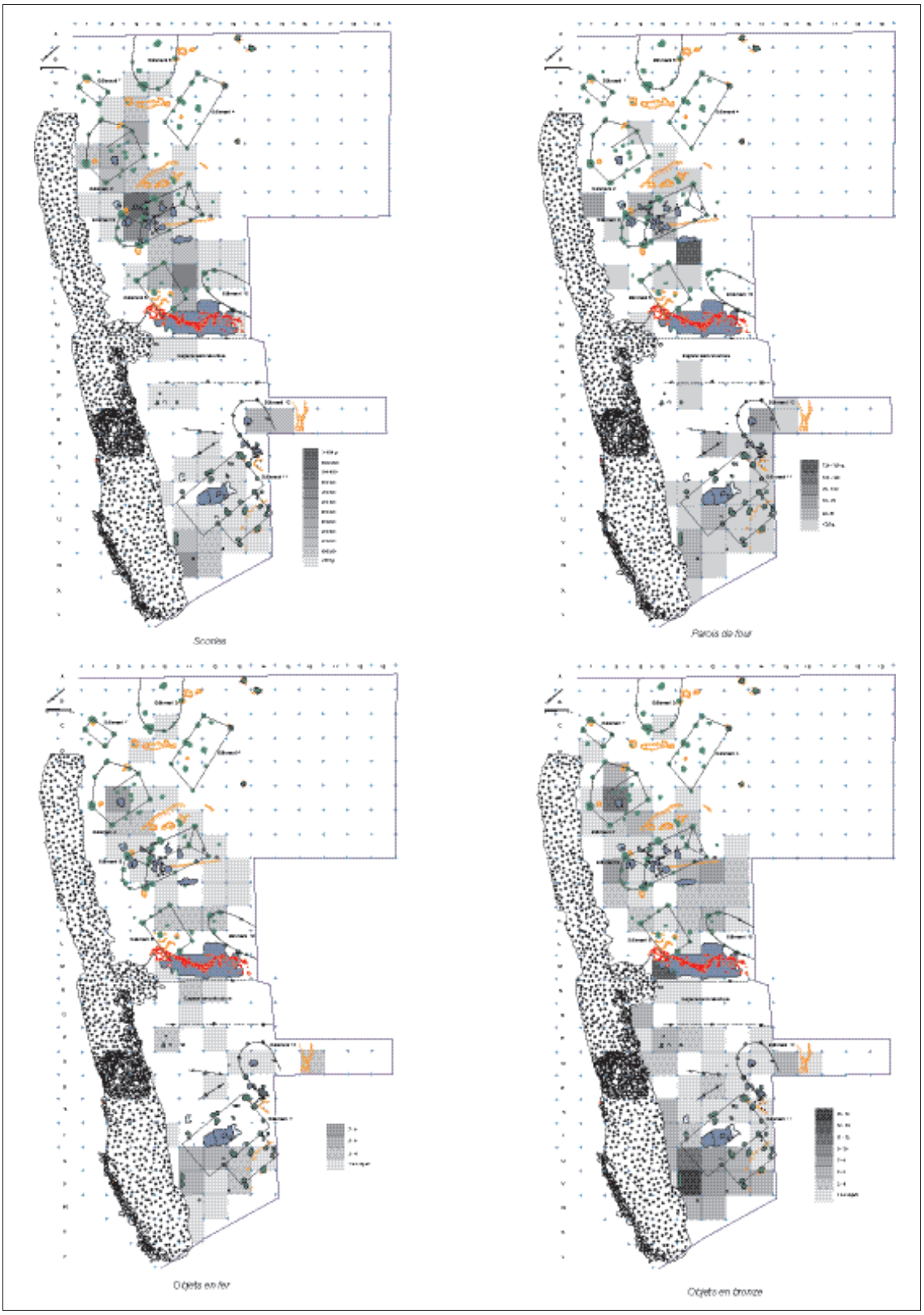


Fig. 9. Répartition des vestiges liés à la métallurgie de l'habitat inférieur (US 1005).

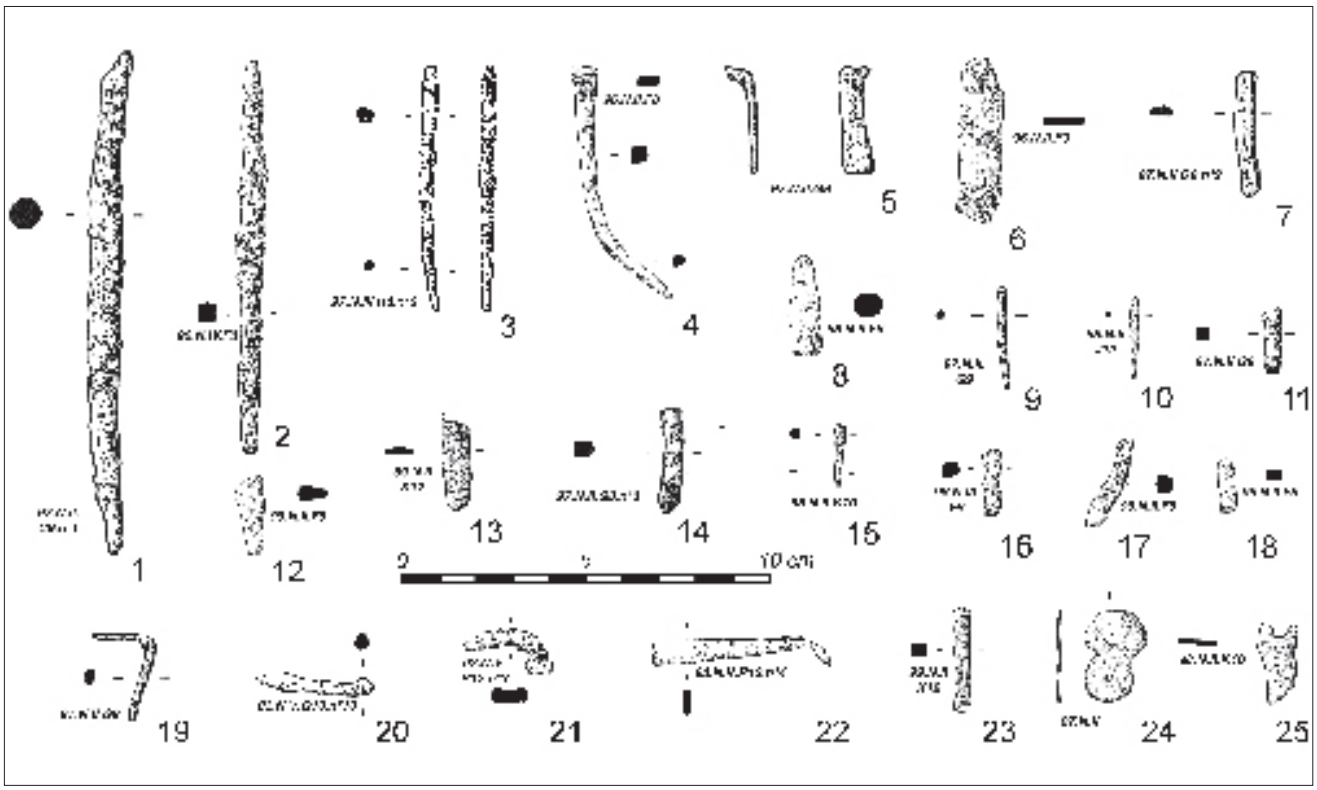
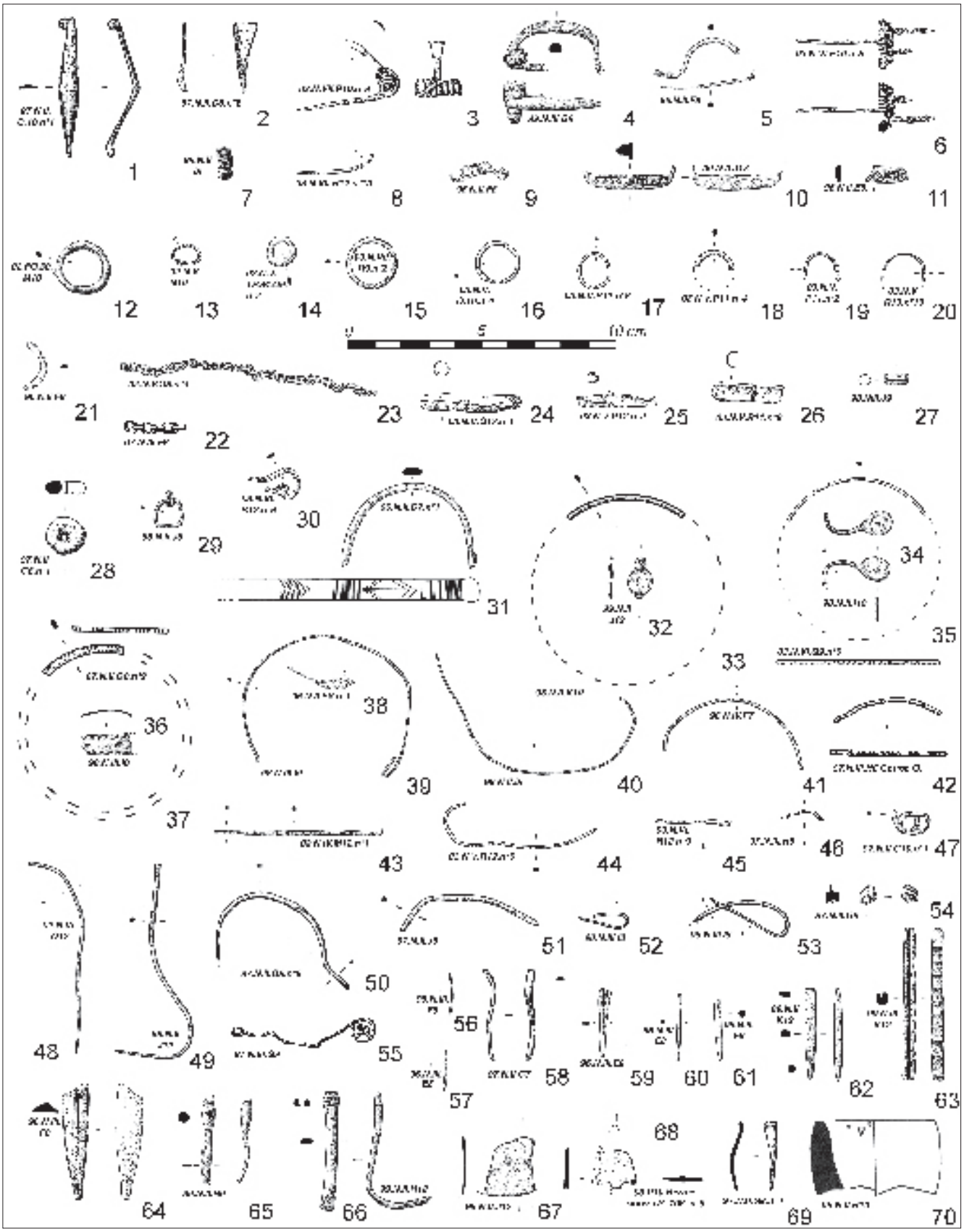


Fig. 10. Échantillon de déchets d'objets en fer de l'habitat inférieur (US 1005) des campagnes 1995 à 2003.

(54 ex.). Parallèlement les objets en fer comprennent proportionnellement moins de parures (de fibules notamment) et d'outils mais beaucoup plus de chutes.

Pour le fer, la chaîne opératoire est attestée au moins depuis le martelage de culots ou de barres jusqu'à celui de pièces. Comme pour l'habitat supérieur, nous n'avons pour l'instant aucune preuve du traitement sur place du minerai sidérolithique attesté dans le fond géologique. La surreprésentation de tiges de section diverse contraste avec la plupart des habitats contemporains du Midi (fig. 10). Les plus conséquentes sont probablement des barres (fig. 10, n° 1-2), les plus effilées, des outils usagés, inachevés ou à recycler (fig. 10, n° 3). Les exemplaires de section plate, souvent pliés à une extrémité, sont manifestement des chutes ou les soies de préhension restantes d'objets plus importants forgés sur place (fig. 10, n° 4-7, 12-13, 19, 22-25).

Pour les alliages cuivreux, les faibles quantités de scories et de minerai plaident plutôt pour une activité limitée à la fabrication d'objets par refonte de pièces usagées (d'où les rares fragments de creusets : fig. 11, n° 70) ou à partir de lingots. Plusieurs "barrettes" avec de nettes traces de martelage (fig. 11, n° 63), parfois munies d'une gouttière longitudinale sur l'une de ses faces, correspondent probablement à ces derniers. Nombre de tiges (fig. 11, n° 30, 44 à 47, 50 à 53, 55 à 60, n° 69) ou de fragments de tôle (parfois rivetée : fig. 11, n° 54) sont des chutes. On remarquera l'absence totale de moules, suggérant une fonte essentiellement selon la technique de la cire perdue. La production et/ou le recyclage concerne surtout des parures (fig. 11) : fibules (n° 1 à 10, 64), dont


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
0
5
10 cm
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70

peut-être des exemplaires à disque sur le pied (n° 32-34), anneaux moulés ou non (n° 12 à 21 et 29), chaînettes (n° 22-23), perles en tôle de bronze enroulée (n° 24-27), perle discoïde (n° 28), bracelets (n° 31 et 36), armilles lisses ou décorées (n° 33, 35, 37 à 43). L'outillage est nettement plus limité (fig. 11) : aiguilles à chas (n° 48-49), rasoir (n° 67) ou pointe de flèche (n° 68). On relèvera toutefois la présence exceptionnelle de petits outils spécialisés : burin ou ciselet et poinçon en bronze (fig. 11, n° 61-62). Les ciselets en bronze, représentés en plusieurs exemplaires dans diverses phases du site[16], sont caractéristiques de l'outillage du bronzier. Ils sont connus, sous des formes semblables, au moins depuis la fin de l'âge du Bronze[17]. Enfin, quelques pièces restent à déterminer (fig. 11, n° 65-66).

Aucune enclume n'a été découverte dans le bâtiment n° 3 ou à sa périphérie. Un trou de poteau (TP 51), situé au cœur de la concentration des soles et s'intégrant mal au plan du bâtiment, peut correspondre éventuellement au calage du billot d'une enclume. Comme dans les unités domestiques voisines et dans l'habitat supérieur, les fragments de meules dormantes sont bien représentés. Les exemplaires mis au jour à partir de 1999 n'ont pas été nettoyés afin de les analyser et voir s'ils n'ont pas pu servir à broyer le minerai de fer sidérolithique. Plusieurs pierres à aiguiser en roche métamorphique sont également à signaler. Elles ont pu être employées pour la finition de certaines pièces tranchantes (couteaux, rasoirs, etc.).

Les foyers sur sole d'argile des autres bâtiments, où des battitures sont faiblement attestées, ont pu aussi avoir des activités mixtes (domestiques et métallurgiques), à l'image des foyers de l'habitation n° 2 (FO 1), n° 11 (FO 39) et n° 12 (FO 47 et 48). La répartition des scories et des parois de four dans le reste de l'habitat inférieur, certes moindre que dans le cas du bâtiment n° 3 véritablement spécialisé dans la métallurgie, ne suggère pas autre chose (fig. 9).

◀Fig. 11. Échantillon d'objets en bronze de l'habitat inférieur (US 1005) des campagnes 1995 à 2003.

16- Gruat 2001, 243, notice 32.
17- Thevenot 1998, 131 et fig. 5, n° 1 à 5.

3. Vestiges métallurgiques de l'habitat supérieur

3.1. Plan d'ensemble (fig. 12)

Lors de la phase la plus récente (-425 à -350 environ), les structures d'habitat s'étendent moins derrière la courtine que lors de la phase précédente. Dans la partie haute, ont été mis au jour les vestiges très érodés d'un bâtiment absidial (n° 1) en matériau périssable (bois et torchis), d'une ampleur certaine et parallèle aux remparts. Il mesure 15 à 20 m de longueur sur 8 à 9 m de large environ. Sa fonction exacte reste énigmatique tant ses dimensions sont sans commune mesure avec celles des autres bâtiments (habitation d'un personnage important ?). À partir de la zone médiane, les aménagements sont mieux préservés de l'érosion et particulièrement denses. Un secteur de forge a été découvert et succède, en chronologie relative, à l'atelier polymétallique (bâtiment n° 3) de la phase précédente. L'ensemble s'organise autour d'une série de foyers de forge originaux sur sole d'argile. Ces structures, en partie à ciel ouvert, sont bordées par plusieurs auvents ou hangars sur poteaux porteurs dont les contours se dessinent (bâtiments n° 8 et 9). À l'ouest de ce secteur artisanal, près du bord de falaise, les aménagements de cette phase s'arrêtent brusquement. Plusieurs arguments donnent à penser que les bâtiments de l'habitat inférieur de cette zone (n° 11 et 12) étaient encore en fonction lors de la mise en place de l'habitat supérieur.

3.2. Les vestiges du secteur de forge

3.2.1. Structures et organisation générale

Les recherches en 2002 et 2003 ont permis d'étudier un secteur lié à la métallurgie du fer entre les foyers FO 36 et FO 43, principalement autour du foyer FO 34 (fig. 13). Ces derniers sont séparés d'une autre sole de forge (FO 27), par une bande de plus de 4 m (lettres M et N du carroyage) nettement plus pauvre en vestiges sidérurgiques (battitures, scories et parois scorifiées) et en objets métalliques (fig. 14).

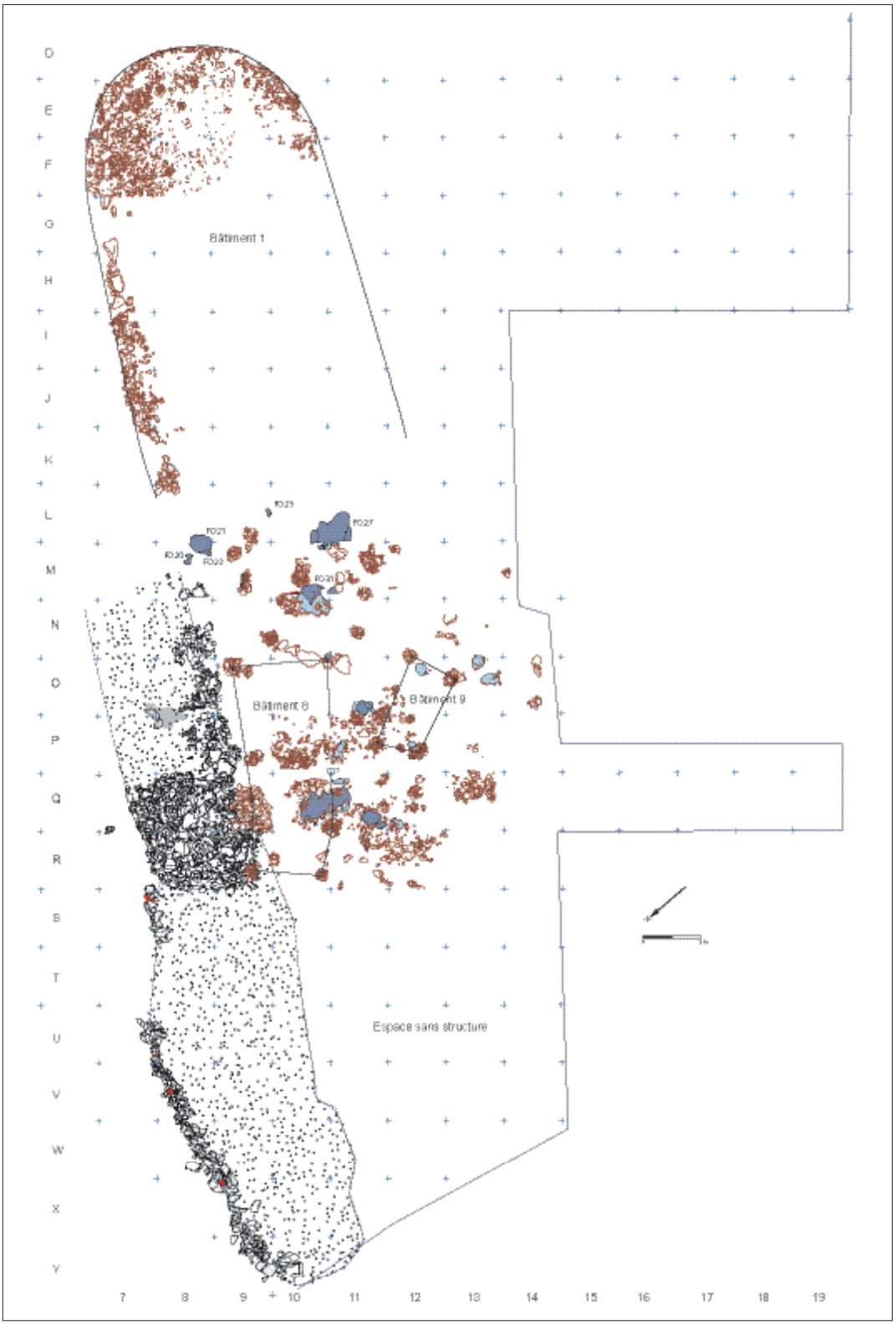


Fig. 12. Plan d'ensemble des structures de l'habitat supérieur US 1005 et son interprétation.

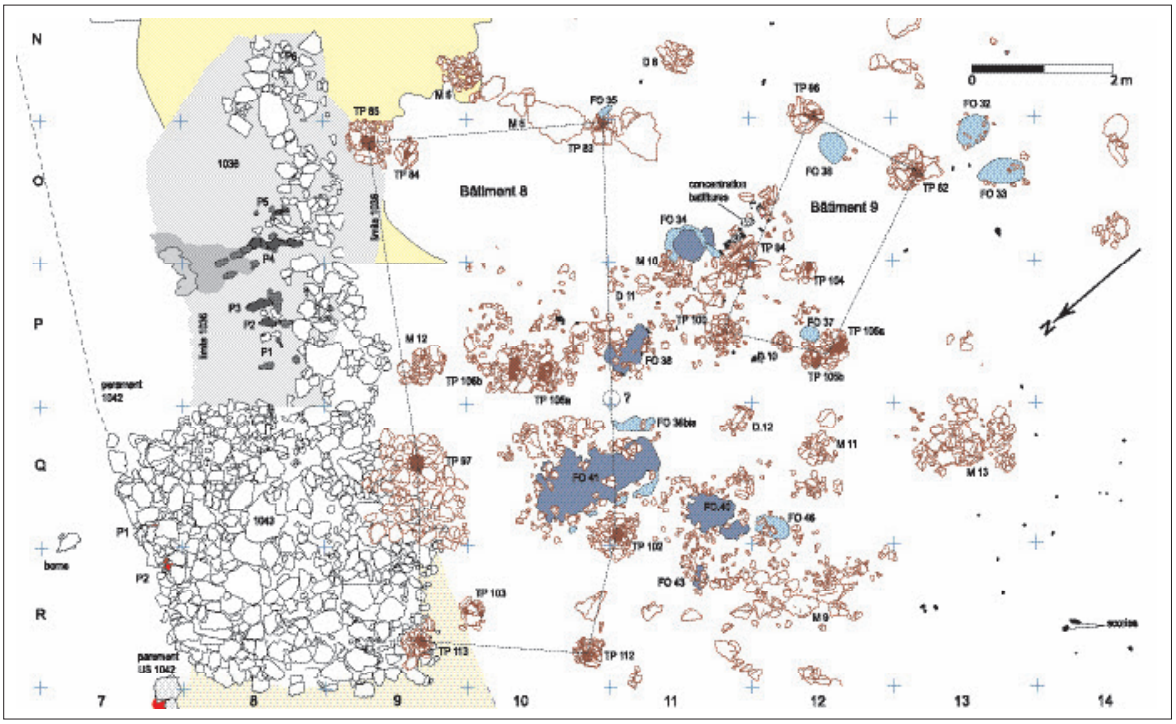


Fig. 13. Détail du secteur de forge entre les bâtiments n° 8 et 9 de l'habitat supérieur.

La sole FO. 34 a été intégralement circonscrite. Elle mesure environ 50 à 55 cm de diamètre avec un léger bombement central et une zone périphérique moins compacte. Côté sud, un lambeau de la sole s'est même légèrement affaissé de quelques centimètres. De couleur brique, elle mesure en son centre 6 cm d'épaisseur. Dans sa partie méridionale, quelques petites pierres en calcaire sont incluses dans la sole. Cette dernière repose sur un fin (1 à 2 cm) niveau cendreux et rubéfié (préparation ?).

À la périphérie sud de la sole, distant entre 0,10 m et 0,80 m de sa bordure, une concentration remarquable de vestiges liés à la métallurgie du fer a pu être relevée (fig. 13 et 14). Situés à une altimétrie identique à celle de la sole, ces vestiges comprennent des scories, parfois en calotte et munies de leur semelle, des fragments de parois de four partiellement vitrifiés et trois amas principaux de battitures visibles à l'œil nu. La densité des battitures était telle que les concentrations étaient parfois dépourvues de tout sédiment, donnant à l'ensemble une couleur bleu gris. Une grosse battiture a même été découverte, *in situ*, incrustée dans la surface de la sole qui faisait manifestement office de foyer de forge.

L'essentiel de ces vestiges était regroupé entre la bordure de la sole et un gros calage de poteau (TP 94) (fig. 11). La coupe réalisée sur la bordure de ce dernier montre une disposition "en épi" des blocs le constituant, qui tranche avec celle des autres trous de poteaux des bâtiments. Aussi, du fait de l'immédiate proximité du foyer de forge et des vestiges de cette activité, proposons-nous de l'interpréter comme un calage du billot de l'enclume dont nous ignorons la nature (bois dur du type buis, roche tenace ou métal ?).

À la périphérie ouest de FO 34, une aire de travail a été mise en évidence. Elle se présente sous la forme de lauzes calcaires bien disposées "à plat", matérialisant un sol, partiellement rubéfié dans le carré P10. Plusieurs scories et battitures les accompagnaient.

À 1,10 m au nord de la sole FO 34 débute un nouveau foyer comparable (FO 38). Ce dernier, aux contours irréguliers mesure au plus 68 cm de long

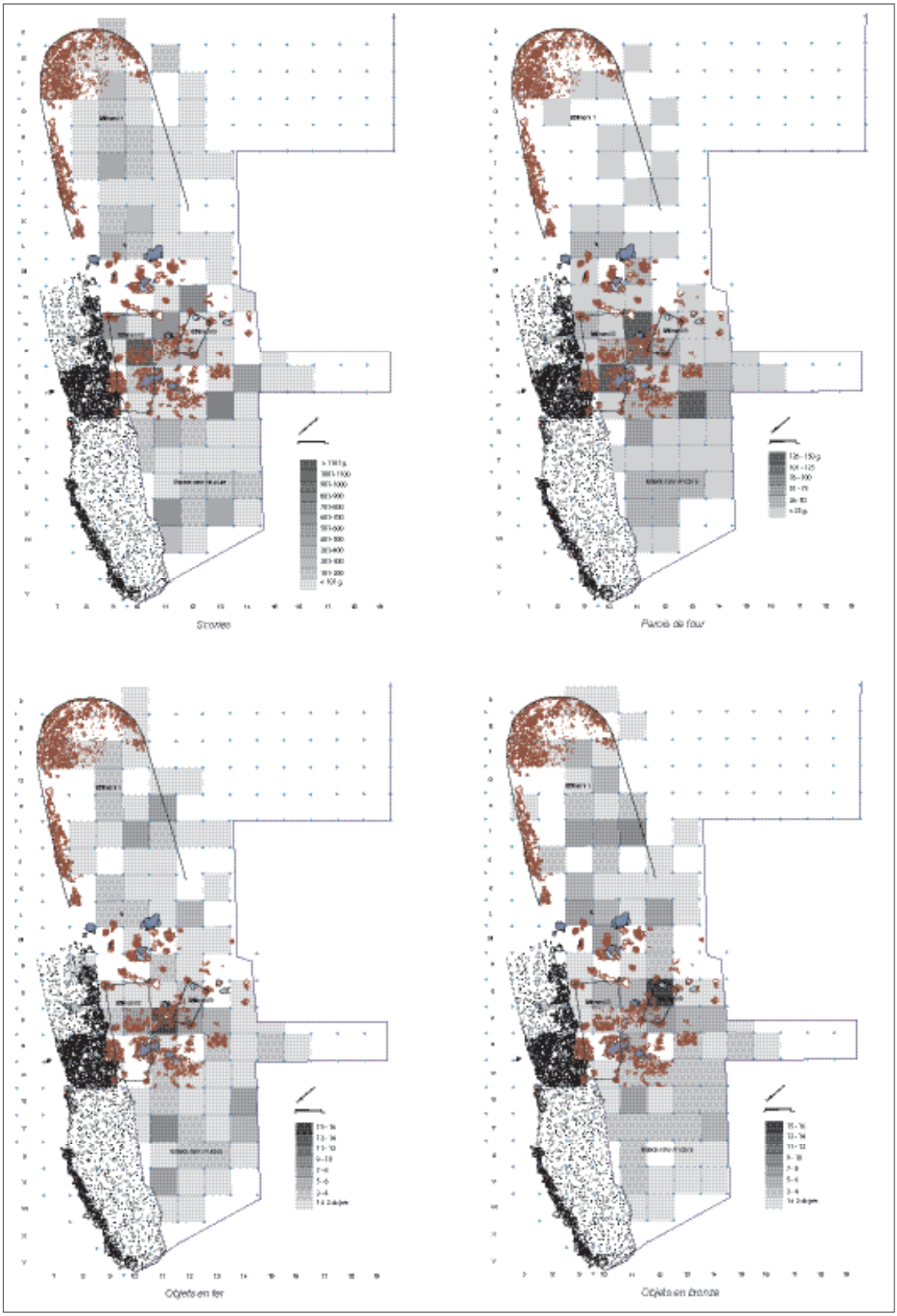


Fig. 14. Répartition des vestiges liés à la métallurgie de l'habitat supérieur (US 1005).

sur 62 cm de large. Sur sa bordure occidentale, deux scories étaient encore collées sur la chape d'argile cuite. Son principal intérêt est d'être encore muni d'une partie de son entourage de pierres, reposant directement sur la sole (fig. 16).

Enfin, 2 m environ à l'ouest de FO 34, ont été mis au jour les vestiges mal conservés d'une autre sole (FO 37), partiellement cernés de pierres (fig. 13). Moins de 0,70 m au nord de ce foyer, a été découvert, au même niveau altimétrique, une grosse scorie accompagnée d'une concentration de charbons de bois.

Il ne fait donc guère de doute que ces foyers sur sole d'argile sont liés à l'activité de forge. À la lumière des démonstrations métallurgiques auxquelles nous participons au musée du Rouergue de Montrozier depuis 2000[18], ces soles sont probablement des bases de foyers de forge. Il faut cependant envisager, au-dessus de ces dernières, un entourage de pierres luté à l'argile et équipé de tuyères afin de pouvoir monter en température. Les pierres encore présentes sur FO 38 et les nombreux fragments de parois de four découverts autour de FO 34 correspondent manifestement à de tels vestiges. Les comparaisons entre les parois de four issues des fouilles et celles récupérées lors des expérimentations sont plus que probantes. Il en est de même pour les concentrations de battitures, qui, lors des démonstrations évoquées ci-dessus, ont tendance à former des amas au pied du billot servant de support à l'enclume.

Les battitures sont attestées quasiment tous les foyers mis au jour (fig. 17). On est cependant loin des concentrations enregistrées autour de la sole FO 34, le cœur du secteur de forge. Il est donc assez difficile de savoir si la présence de battitures est le résultat d'un travail de forge effectif en liaison avec ces soles ou d'une pollution périphérique (ruissellement et vent). Aux foyers de forge FO 27, 34, 36 et 37 notamment, les proportions de battitures suggèrent d'y ajouter FO 21, 38, 41, 43 et 46. Un doute subsiste pour FO 40, mais la proximité immédiate des autres soles et les vestiges d'un probable entourage de pierres permettent de proposer un usage comparable.

Fig. 15. Vue en coupe du foyer de forge sur sole d'argile FO 34 et du trou de poteau TP 94. À l'arrière plan, l'aire de travail de l'atelier.

Fig. 16. À **gauche**, foyer sur sole d'argile FO 38 en cours de dégagement avec encore une partie de son entourage de pierre en place. À **droite**, aire de travail de l'atelier.

18- Bargiel 2001.

Échantillons	Dimensions maximales des soles			Localisation		Présence de battitures		
	Longueur	Largeur	Epaisseur	Carré	Niveau	Plates	Rondes	Scoriacées
FO 20	36	24		M 8	N. III	?	?	
FO 21	76	60		L 8 / M 8	N. III	• •		
FO 22	46	18		M 8	N. III	•		
FO 23 (lambeau)	24	20		L 9	N. III	•		
Sur FO 27				L 11	N. II	• • •	• • •	
FO 27	140	127	14	L 10	N. III	• • •	• • •	
Base FO 27				L 10 / L 11	N. III	•		
FO 31	110	100	5	M 10	N. II	•	•	
FO 31 bis	31	23	5	M 11	N. II	•	?	
FO 32	48	38	1 à 3	O 13	N. II	•		
FO 33	67	36	1 à 3	O 13	N. II	•		
Sédiment au N.-O. de FO 34				P 11	N. IV	• • •	• •	• • •
FO 34	55	50	6	O 11	N. III	• • •	• • •	
FO 35	16	6	2	N 10 / N 11	N. I	?	?	?
FO 36	42	35	1 à 3	O 12	N. IV	• • •	• • •	
FO 37	26	21	Perturbée	P 12	N. III	• • •	• • •	
Sur FO 38				?	N. II	• •	•	
FO 38	75	53	2 à 4	P 11	N. III			
FO 38 bis	60	21	2	Q 11	N. III			•
Sur FO 40				Q 11	N. III	•	•	•
FO 40	95	55	2 à 4	Q 11	N. III	•		
Sur FO 41				Q 10	N. III	• •	• •	•
Sur FO 41				Q 11	N. III	•		•
FO 41	184	105	2 à 4	Q 10 / Q 11	N. III	• •	•	•
Sur FO 43				R 11	N. IV			
FO 43	34	18	2	R 11	N. IV	• •	•	•
FO 46	55	29	Perturbée	Q 12	N. VI	• •		

Fig. 17. Caractéristiques des foyers sur sole d'argile de l'habitat supérieur US 1005.
• : battitures en quantité faible, •• : battitures en quantité moyenne, ••• : battitures très abondantes.

Les dimensions exceptionnelles de la sole FO 41 (184 x 105 cm) posent problème dans le cadre d'une activité de forge. Si elle a bien servi à cela, il faut vraisemblablement envisager un usage spécifique. Un compartimentage de la surface de la sole en plusieurs foyers (2 ou 3) en batterie, à l'aide d'entourage en pierres lutées côté intérieur, est une hypothèse séduisante. D'autant qu'elle permet de moduler la surface du ou des foyers en fonction des besoins.

Par rapport aux foyers de forge excavés jusqu'alors connus, nous voyons un gros intérêt aux soles d'argile. Lors des réfections régulières de la partie en élévation (pierres d'entourage recouvertes d'une couche d'argile), le démontage de quelques blocs permet de vidanger rapidement le foyer, tâche moins aisée, nous semble-t-il, dans le cas d'une structure excavée. En outre, il n'est pas impossible, qu'au gré des variations d'activité, ce type de sole ait eu plusieurs fonctions : foyer de forge, foyer domestique tant pour les activités culinaires que pour le chauffage. Cela confirmerait qu'au Puech de Mus, comme dans le midi de la Gaule[19], les activités artisanales et domestiques d'alors ne sont pas encore franchement séparées.

3.2.2. Description des foyers sur sole d'argile

Les six foyers les mieux conservés (FO 27, 31, 34, 38, 40 et 41) présentent une surface compacte parfaitement lissée, légèrement plus claire (jaune paille) sur 1 cm d'épaisseur que le cœur de la sole de couleur plus foncée (rouge brique). Ce phénomène est peut-être le résultat de l'alternance de l'action du feu et d'éventuels lessivages des oxydes de fer contenus dans les argiles sidérolithiques par les pluies. À ce sujet, il est important de noter que, lors de la fouille, une fine pellicule de petits gravillons (Ø inférieur à 0,5 cm) recouvrait la surface des soles FO 40 et 41. Cela témoigne probablement d'un recouvrement rapide (colluvionnement) après l'abandon du site, favorisé par une topographie propice à ce genre de phénomène.

Dans un cas (FO 41), la conservation de l'épiderme est telle que l'induration due à la cuisson a fossilisé des ondulations linéaires correspondant manifestement aux traces de la technique de construction utilisée (taloche). On remarquera que, outre des dimensions exceptionnelles (184 x 105 cm), proches de celles de FO 28 (170 x 56 cm) du bâtiment n° 3 (infra), elle est parfaitement plane (fig. 18) alors que les autres soles bien préservées, de plan circulaire ou ovalaire, offrent généralement un léger bombement central.

Bien que compactes, les surfaces de ces soles sont craquelées, sous la forme de fissures ramifiées. Ces dernières sont probablement dues à la rétraction de la masse argileuse lors du séchage. Elles ont été fixées avec les premières mises en chauffe.

Les autres soles sont moins compactes et offrent des surfaces dégradées, comme "piquées". Deux (FO 38 bis et 43) se présentent sous la forme de lits, parfois discontinus, de nodules d'argile cuite mélangés au sédiment encaissant. Deux autres (FO 21 et 46) sont composées d'argile verdâtre, sombre et feuilletée, manifestement non rubéfiée. La présence de végétaux, encore visibles dans leur masse et non carbonisés, semble bien indiquer qu'elles ont été peu ou pas utilisées.

En coupe, les soles les mieux préservées offrent une épaisseur variable, oscillant le plus souvent autour de 2 cm, rarement plus (4-5 cm). Les deux plus importantes par leurs dimensions (FO 40 et 41) présentent, sous le cœur de leur surface, une zone de diffusion irrégulière de la rubéfaction, de teinte orangée, pouvant atteindre près de 10 cm de puissance. Outre le foyer domestique FO 31, une seule autre sole (FO 40) repose sur un radier de pierres de petit calibre.

Les superpositions sont très rares. Elles se limitent au cas de FO 40 qui a partiellement recouvert et perturbé FO 46. Quelques différences d'altimétrie suggèrent une éventuelle chronologie relative : FO 38 bis est légèrement plus haute que FO 41 ; même remarque pour FO 40 par rapport à FO 43.

Les analyses effectuées sur lame mince de quelques échantillons (FO 27, 31, 32 et 35), notamment des minéraux légers et lourds, confirment l'origine locale de ces derniers[20]. Les soles sont constituées de minéraux issus du remaniement des argiles à chailles, mais aussi de l'altération du

19- Py 1993, 126-130.

20- Travaux de V. Le Fillâtre que nous tenons à remercier.

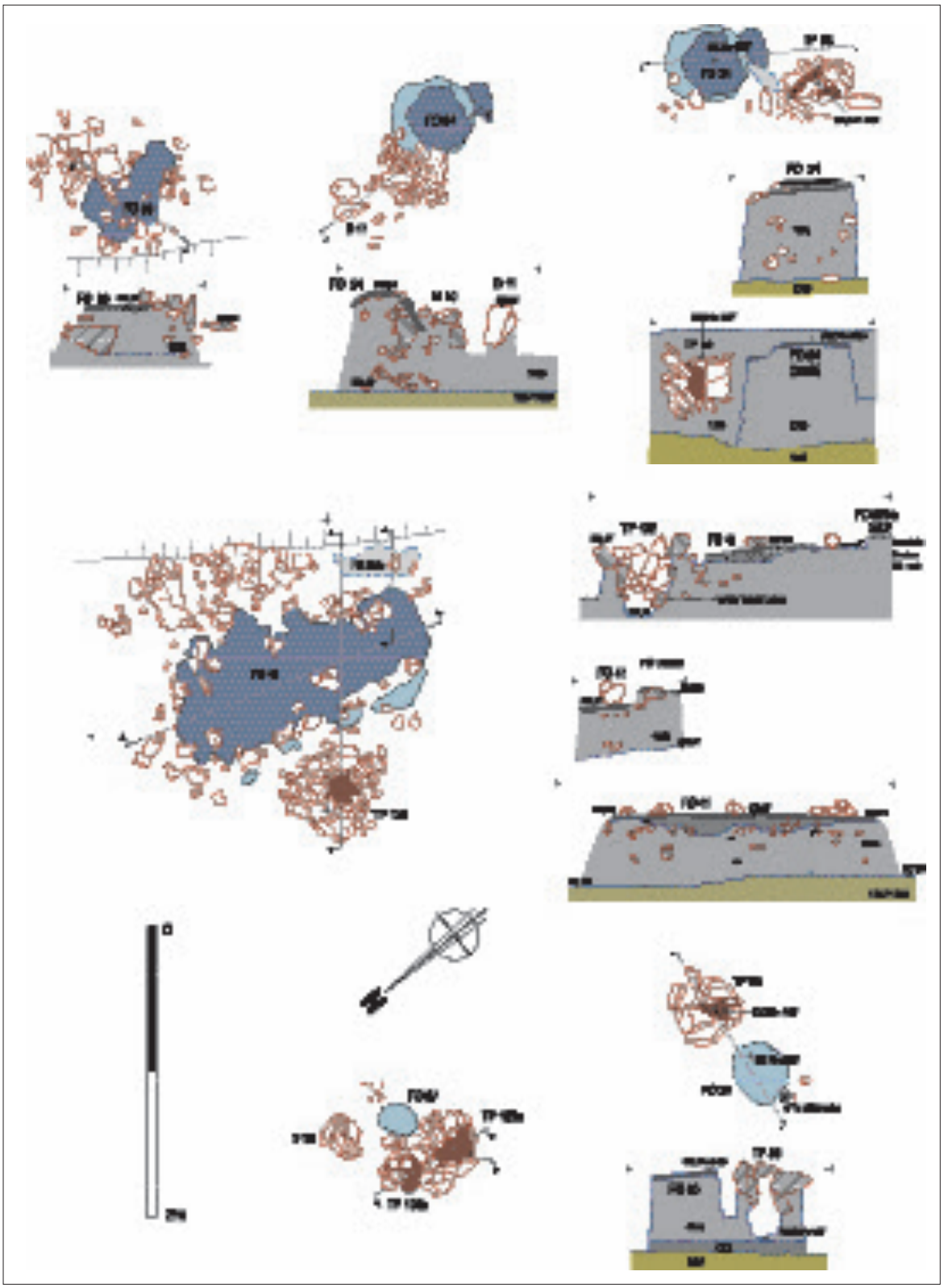


Fig. 18. Plans et coupes des principaux foyers de forge sur sole d'argile de l'habitat supérieur US 1005.

substratum dolomitique. Par contre, aucun minéral ne semble provenir du paléokarst à argile jaune et rouge se situant à l'extérieur de l'enceinte. On a donc probablement prélevé les matériaux nécessaires du socle présent à l'intérieur de l'oppidum, en remaniant vraisemblablement les niveaux préexistants... D'où parfois la présence accidentelle d'éléments anthropiques (céramique, fragments de roche métamorphique de meules ou broyons), observés à la binoculaire. Tous ces fragments ont sans doute eu une fonction de pseudo-dégraissant, afin d'assurer la cohésion de la structure de la sole après séchage et également d'assurer des micro-joints de dilatation lors des épisodes de chauffe. La présence de fragments de chaille, parfois importants et en quantité (FO 38, 39 et 41), a donc peut-être été volontairement recherchée.

3.2.3. Les éléments métallurgiques découverts (fig. 19)

Le minerai

La présence de nodules de minerai de fer sidérolitique n'a pas pu être reliée directement à l'activité du secteur (forge). La présence de sidérolithes magnétisés, donc chauffés, puis, semble-t-il, fragmentés, a longtemps laissé supposer le traitement de ce dernier sur place et la possible découverte de bas fourneaux. Leur masse paraît trop limitée pour envisager une étape de grillage avant réduction dans cette zone. Cela reste encore à démontrer à aussi haute époque pour les Grands Causses, d'autant que des extrémités de probables lingots ou barres ont été mises au jour (infra). On n'oubliera pas cependant que deux fosses à griller un tel minerai sont attestées sur le site mais pour l'Antiquité tardive (Ve s. p.C.)[21].

Les scories

Un peu plus de 12 kg de scories ont été recueillis sur les 765 m² de l'habitat supérieur fouillés. Ces dernières, souvent légères et vacuolaires de teinte grise, sont devenues verdâtres en surface par altération. Leur répartition est manifestement liée aux foyers de forge sur sole d'argile (fig. 14). L'observation des scories et des parois de four révèle également la présence éventuelle de traces de globules cuivreux, voire de minerai de cuivre. Un usage mixte fer / cuivre ou bronze est donc peut-être envisageable, comme pour le bâtiment n° 3 de l'habitat inférieur, véritable atelier polymétallique (supra). L'abondance de pièces de bronze, dont des tiges de section quadrangulaire avec de nettes traces de martelage, le suggère également.

Les parois de four

La composition des parois de four est homogène sur l'ensemble des échantillons collectés. Ils sont généralement constitués d'une argile sidérolithique, de chaille et de sable dolomitique. D'une épaisseur variable, ils présentent, sur leur surface interne, des traces de vitrification importantes, y compris la chaille (1 200 °C au moins).

De fortes similitudes sont à relever avec les fragments de torchis qui contiennent aussi de la chaille pilée. Cette dernière est toutefois plus abondante et plus grossière dans les parois de four.

L'observation au stéréo-microscope binoculaire permet de constater un éclatement de la structure de la chaille par vitrification des surfaces internes des parois (fig. 19, F et H). Les effets d'une température excessive n'ont pas touché d'une manière uniforme tous les fragments. Ceux plus enfoncés de 5 à 6 mm dans la surface la plus exposée au feu et les plus gros ont résisté à la vitrification. Les épaisseurs varient entre 9 et 13 mm dans la plupart des échantillons. Quelques protubérances de parois atteignent 15 à 20 mm. Le diamètre des vacuoles décroît depuis la surface. La présence de tiges herbacées est parfois visible sur les faces opposées à celles qui ont été vitrifiées (fig. 19, G et I).

Ces vestiges correspondent très certainement à la paroi interne (lutage) des structures d'entourage en pierre, malheureusement conservées que dans quelques cas (FO 38, 40 et 41). Plusieurs de ces fragments ont conservé l'empreinte de la structure sur laquelle ils étaient fixés. Des courbes, parfois très nettes, sont ainsi visibles sur la face "externe" de ces parois, autorisant une proposition de reconstitution de l'ensemble (fig. 20). Étant donné leur relative faible fréquence (1674,7 g), on peut se demander si ces vestiges n'étaient pas recyclés par broyage lors des nouveaux lutages que devaient nécessiter la réfection des entourages de pierres. Deux de ces fragments correspondent au passage de la tuyère dans la paroi

21- Gruat *et al.* 2001.

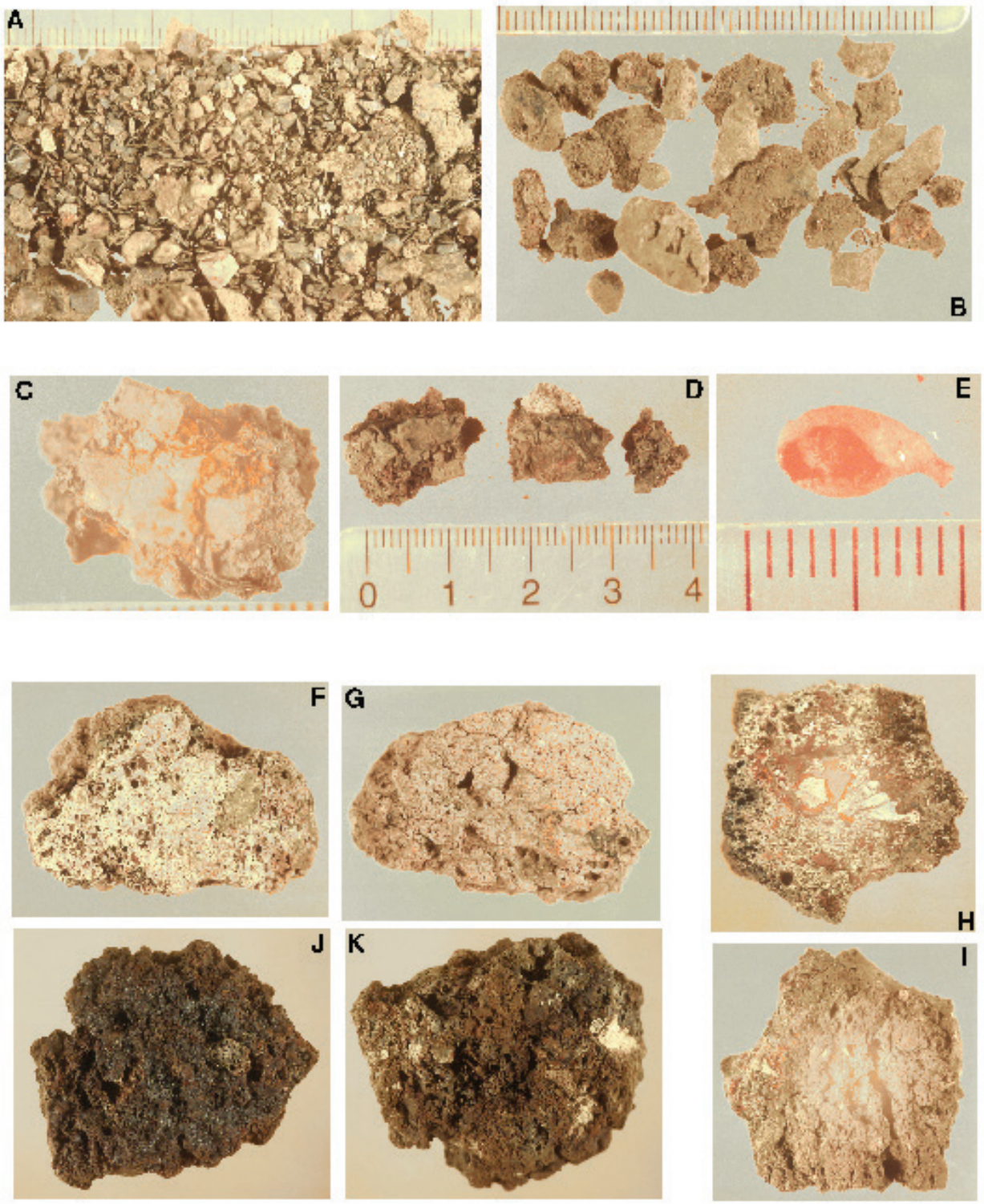


Fig. 19. Échantillon d'éléments liés à la métallurgie du fer mis au jour autour du foyer de forge FO 34. — Battitures, petites (**A**) ou grosses (**B**), plates ou sphériques, parfois agglomérées (**C** et **D**), plus rarement en gouttelettes (**E**). — Fragments de paroi de four : faces internes (**F**, **H**) et externes (**G**, **I**). — Scorie en calotte : partie supérieure (**J**) et semelle (**K**).

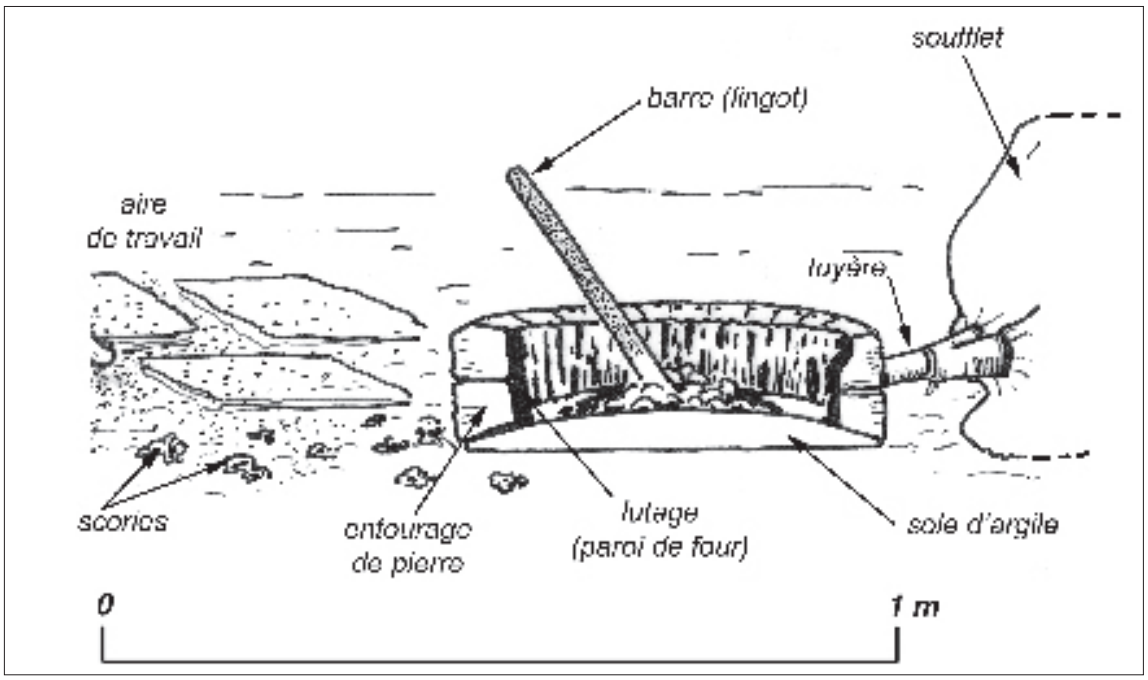


Fig. 20. Proposition de reconstitution du foyer de forge sur sole d'argile FO 34.

de four. L'un provient du niveau II du carré Q 13 (fig. 21, n° 33). Sa face interne est vitrifiée et émulsionnée, tandis que sa face externe est globalement lisse avec quelques protubérances. Sa masse est de 13,9 g pour les dimensions suivantes : 43 x 37 x 13 mm. L'autre a été mis au jour dans le niveau III du carré S 13. Il mesure 20 x 14 x 5 mm pour une masse de 1,7 g. Bien que toujours découverts en position secondaire, ces fragments de paroi de four sont nettement concentrés dans les abords des foyers de forge ou à leur périphérie (fig. 14).

Roches calcinées

Un fragment de calcaire dolomitique légèrement calciné (4,4 x 3,2 x 1,7 cm) est peut- être un des seuls éléments représentant l'entourage du foyer (US 1005, N IV, carré O 9).

Les battitures

La présence de masses importantes de battitures est remarquable autour de FO 34. Quelques exemples de prélèvements sont très révélateurs :

– NV, O11, près de FO 34. Sur 10 kg de terre, 813 g de battitures (8, 13 %) ;

– NV, O11/O12, près de FO 34. Sur 5 kg de terre, 115 g de battitures (2,3 %) ;

– NIV, O11. Sur 4,5 kg de terre, 236,8 g de battitures (5,26 %) ;

– NIV, O11/O12, près de FO 34. Sur 9 kg de terre, 101,7 g de battitures (1,13 %).

Dans les zones plus éloignées du foyer de forge FO 34, la proportion de battitures dans les échantillons de sédiments baisse nettement (moins de 1 %) (fig. 17).

Les battitures plates sont les plus nombreuses (fig. 19, A). Elles ont un éclat métallique, des contours anguleux avec certaines surfaces ponctuées de nodosités. Leurs dimensions oscillent le plus souvent entre 0,1 et 12 mm. Elles constituaient parfois de véritables amas. Des particules fines et oxydées de fer métal ont cimenté les battitures les plus grosses (fig. 19, C et D). Les battitures scoriacées représentent une fraction bien moins abondante. Les battitures sphériques (fig. 19, A) sont souvent creuses et faiblement représentées. Les battitures

"en gouttelette" (fig. 19, E), proches des battitures sphériques, sont les moins attestées.

Cette première typologie permet d'envisager une approche précise et quantitative des étapes de la chaîne opératoire[22]. Les battitures plates témoignent plutôt d'une phase avancée dans le martelage d'une surface plane d'un métal bien épuré (lingots ou pièces métalliques). Les battitures rondes indiquent un cycle de travail répété entraînant un "suage" extrême du métal utilisé en raison de nombreuses impuretés et /ou l'emploi d'ajouts en grande quantité. Il s'agit en général d'une première étape de cinglage de la loupe de fer, ce qui expliquerait aussi la présence de scories "en calotte" dont la semelle englobe régulièrement des fragments de chaille pilée et des charbons de bois (fig. 19, J-K).

Les objets métalliques

Ils sont particulièrement abondants : 159 ex. en fer et 185 ex. en alliage cuivreux[23]. Lorsqu'il s'agit de pièces achevées ou abîmées, il est impossible de savoir si l'on est en présence d'objets fabriqués sur place ou non. Leur distribution d'ensemble préférentielle recoupe bien le secteur de forge (fig. 14), même si elle est nettement plus large.

Parmi les pièces en fer figurent deux extrémités de probables lingots (fig. 21, n° 1-2) et plusieurs éléments de barres de section quadrangulaire (fig. 21, n° 3, 7 et 20) ou circulaire (fig. 21, n° 15 et fig. 22, n° 44). Celles de section quadrangulaire présentent parfois à une extrémité des arrachements à l'aide d'un outil tranchant (cisaille ou burin ?), voire des traces de martelage. Les exemplaires les plus effilés et réguliers sont vraisemblablement des alênes ou des poinçons à soie, initialement emmanchés (fig. 22, n° 42). Nombre de tiges filiformes ou de fragments plats correspondent à des chutes (fig. 21). Les premières sont semble-t-il des déchets de fibules (ardillons) ou d'épingles en fer par ailleurs attestées (fig. 22, n° 1 à 5, 7, 9 et 29). Un lot de telles tiges provient du sondage 14 (fig. 21, n° 37 et 39 à 42), réalisé en 1995 et correspondant *grosso modo* au carré S12, en contrebas du secteur de forge (fig. 14). Elles sont associées à deux tôles pliées (fig. 21, n° 36 et 38), une alêne (fig. 21, n° 35) et surtout un remarquable poinçon à décorer au repoussé de la tôle (fig. 21, n° 34)[24]. Le motif est constitué d'esses rayonnantes et jointes à leur base depuis un même point central. La clouterie est représentée (fig. 22, n° 36 à 40). Plusieurs autres pièces sont identifiables (fig. 22) : bracelet ou anneau (n° 24), pince à épiler (n° 6), rasoirs (n° 10-11), anneaux (n° 12 à 15), crampons (n° 16-17), talons de javeline (n° 18 et 20), ciseau à douille (n° 21), pointe de lance nervurée (n° 25), couteau (n° 45), forets (?) (n° 22-23), etc.

Les objets en bronze (fig. 23), bien que plus nombreux, présentent moins de déchets de fabrication. On note toutefois plusieurs barres avec de nettes traces de martelage, voire de découpe (n° 50, 79 et 80), de petits ciselets (n° 73-74) et de nombreuses chutes de tôle parfois rivetée (48-49, 69 à 71), caractéristiques des ateliers de bronzier[25]. Leur distribution est globalement la même que pour les objets en fer, avec une nette concentration dans le bâtiment n° 9 (fig. 14). Comme pour le bâtiment n° 3 de l'habitat inférieur, il faut donc envisager une production polymétallique, même si l'artisanat du fer semble ici prépondérant. Les parures dominent largement le corpus (fig. 23) : fibules (n° 1 à 17) ; armilles lisses ou incisées (n° 41, 56-57, 58-61, 66, 68) ; bracelet (n° 43) ; anneaux moulés ou non, parfois non ébarbés, simples ou doubles, ouverts ou fermés (n° 20 à 33) ; bouton à bélière (n° 19) ou à tête décorée et tige de fer (n° 38) ; perles (n° 34-35) ; pendentifs aiguillettes (n° 36-37). Une fibule offre d'évidents impacts de martelage sur l'arc (n° 6) dont la section est munie d'une gouttière longitudinale présente sur plusieurs "barrettes" brutes (n° 72) ou martelées. Nombre de tiges retrouvées sont vraisemblablement des déchets de fibules, à l'instar d'un exemplaire (n° 55) dont la section est identique à celle de l'arc d'un type à timbale atrophiée (n° 1). Outre des poinçons (n° 75-76), une pointe de flèche en tôle (n° 18) et un énigmatique objet en tôle enroulée sur âme de fer (n° 64), on recense peu d'autres objets utilitaires.

22- Serneels 1998 ; Orengo 2003, 47.

23- Ils nécessitent un lourd programme de restauration financé par le Conseil Général de l'Aveyron (Musée du Rouergue de Montrozier) et mené à bien par l'AAREPA de Villeneuve-sur-Lot (J.-F. Garnier).

24- Gruat 2001, 246-247, notices 380 à 383.

25- Pernot 1998, fig. 4 ; Thevenot 1998, 131 et fig. 5, n° 1 à 5.

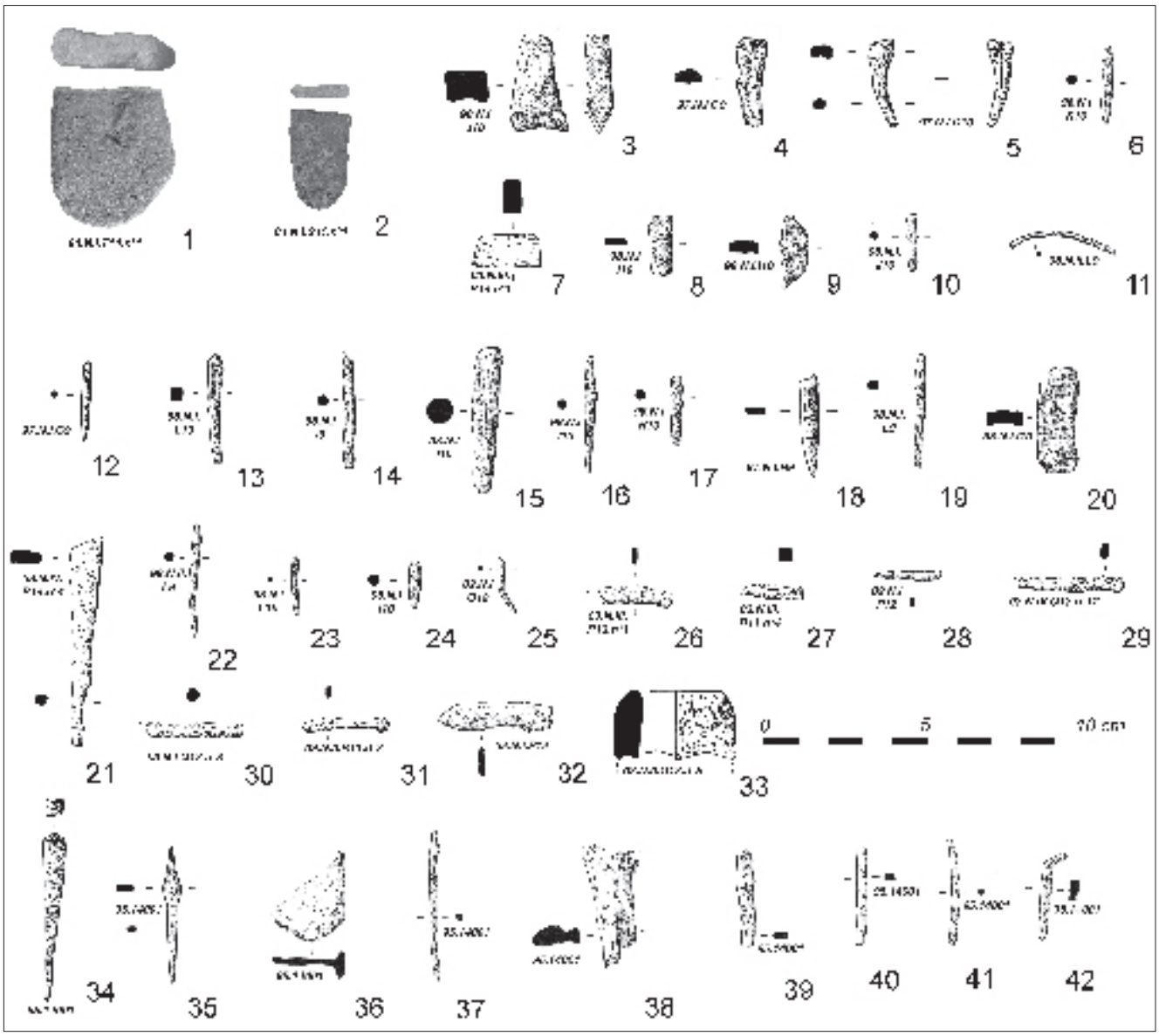


Fig. 21. Échantillon de mobilier lié à la métallurgie du fer de l'habitat supérieur (US 1005 et US 14001) des campagnes 1995 à 2004 : lingots (n° **1-2**), barres (n° **3** et **7**), poinçon à décorer les tôles (n° **34**), alêne (n° **35**), paroi de four correspondant au passage d'une tuyère (n° **33**), le reste, déchets de forge.

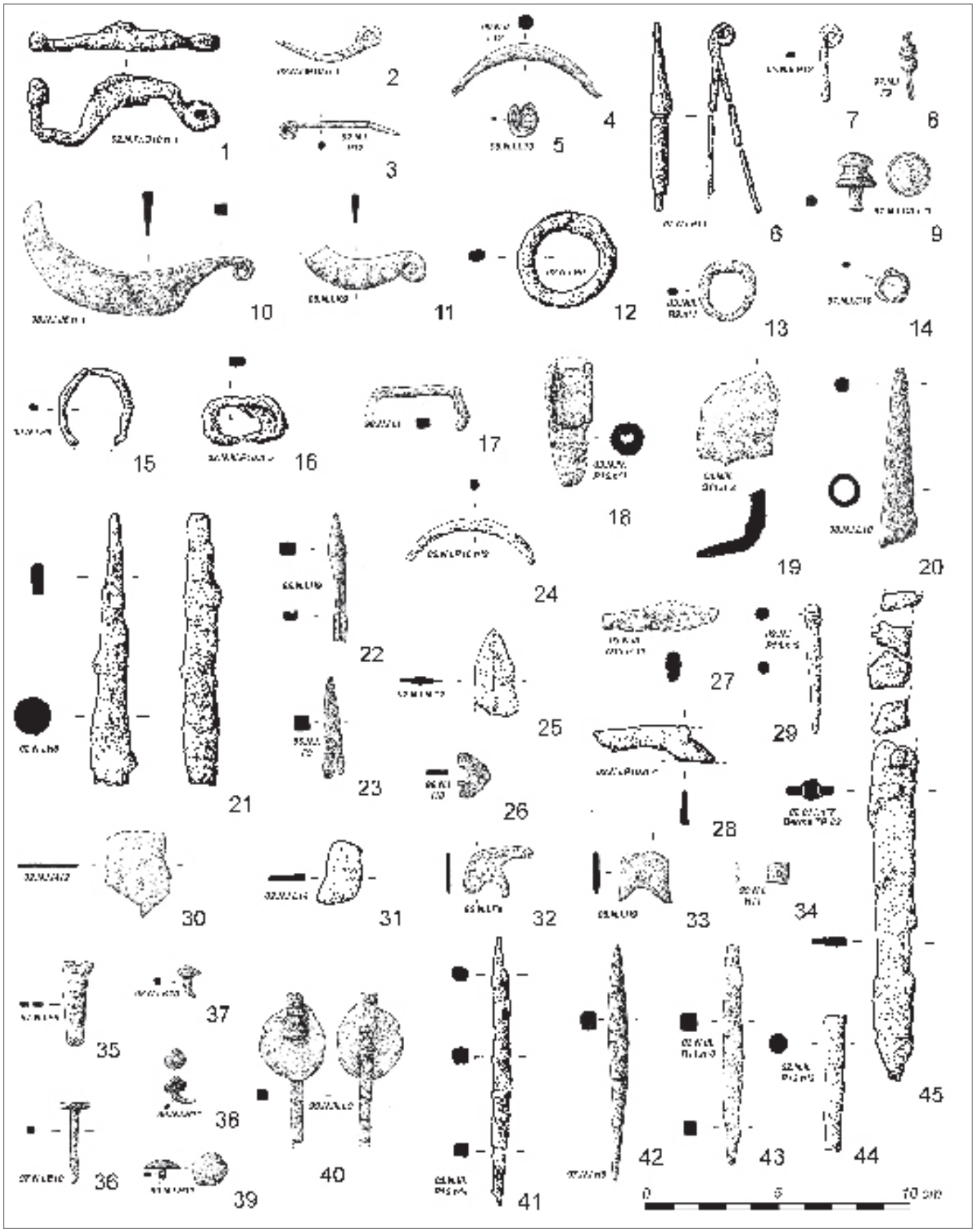


Fig. 22. Échantillon d'objets en fer de l'habitat supérieur (US 1005) des campagnes 1995 à 2003.

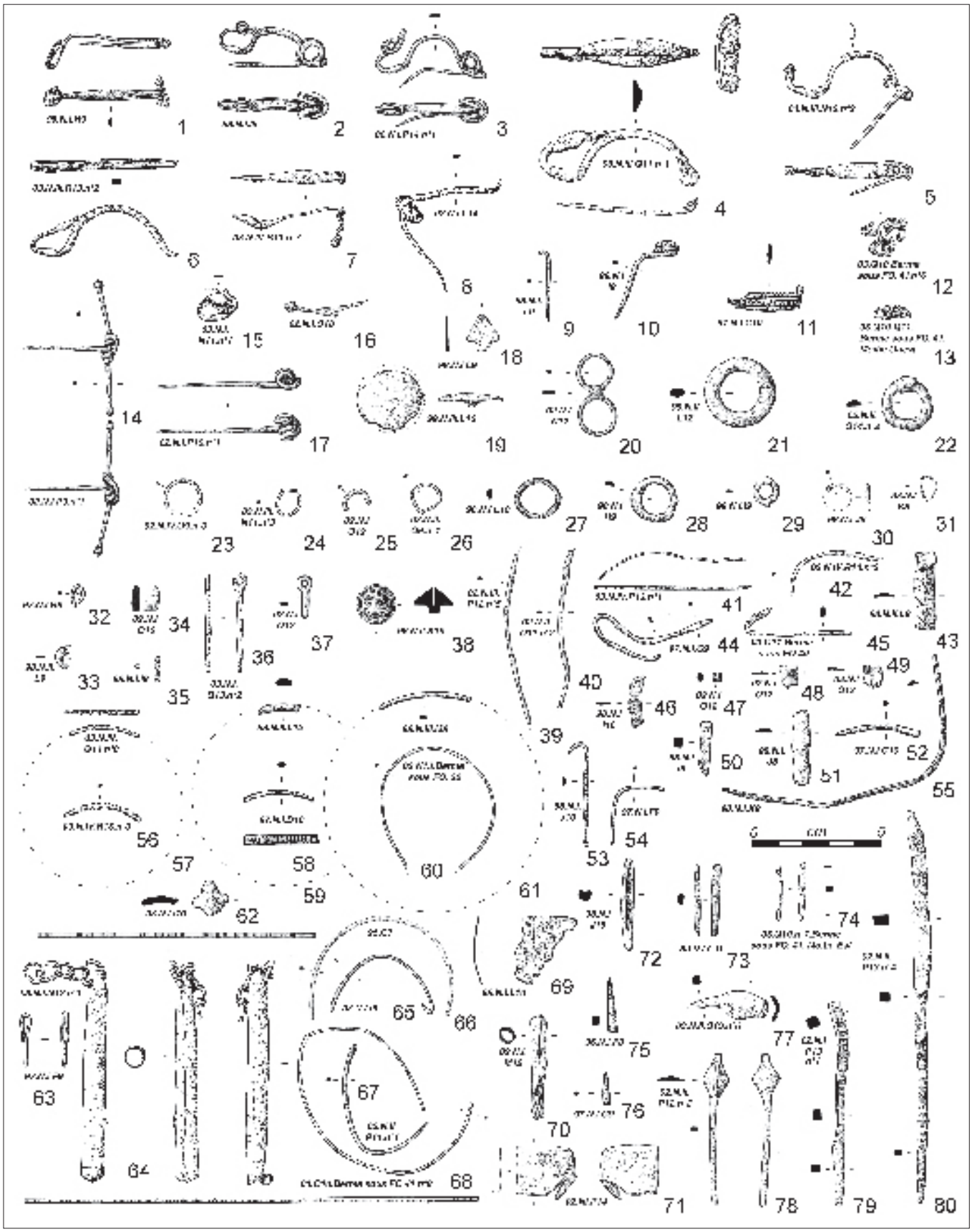


Fig. 23. Échantillon d'objets en bronze de l'habitat supérieur (US 1005) des campagnes 1995 à 2003.

3.3. Analyses pétrographique et chimique complémentaires des déchets

3.3.1 Échantillonnage et protocole analytique

Après échantillonnage sur le terrain (par l'équipe de fouille), un examen visuel de celui-ci a permis d'effectuer une seconde sélection : état de conservation, possibilités d'observations pétrographiques. C'est ainsi que les scories "stratifiées" ont été privilégiées, par exemple. Cet examen n'avait montré aucune différence typologique associable à la stratigraphie ou à la topographie. Sur ce lot, 13 scories et 7 prélèvements sur sols d'atelier (après tamisages, lavages, voire concentrations à la batée) ont été choisis pour confectionner 14 lames minces et 10 sections polies.

L'étude microscopique a été faite, au microscope optique pétrographique / métallographique. Les analyses semi-quantitatives réalisées au MEB sont exprimées sous la forme de pourcentages de différents oxydes. Elles sont *de facto* entachées d'erreurs (erreur absolue entre 0,5 et 1 % du poids). Néanmoins, comme ces dernières sont toutes réalisées dans les mêmes conditions analytiques, il est possible de les comparer entre elles. Elles sont réalisées sur des surfaces de taille variable : plus la scorie est hétérogène sous le microscope, plus la surface étudiée sera grande et plus grand sera le nombre d'analyses de manière à réduire l'erreur liée à l'hétérogénéité du spécimen.

3.3.2 Les différents types de déchets : descriptions macroscopique et microscopique

Les culots denses sont typiques des scories de forges se formant dans le foyer en dessous de la tuyère placée latéralement (fig. 24, n° 1). Leur taille n'excède pas 10 cm et ils sont surmontés d'une très fine couche d'ajout silico-argileux[26]. Ils sont formés d'une succession de strates essentiellement composées par de la scorie ; mais de l'argilo-sableux peut être présent aussi en interstratification. Un culot double a fait partie du lot retenu (fig. 24, n° 2). Deux types de culots sont présents : des culots finement stratifiés (fig. 24, n° 4) et des culots peu stratifiés (fig. 24, n° 3). Pour les culots finement stratifiés, les couches sont constituées d'un assemblage de cristaux en "lattes" ou en "lanterne" de fayalite (Fe_2SiO_4) et de dendrites de wüstite (FeO) (fig. 24, n° 5). Au sein des strates, il existe des amas globulaires de wüstite (fig. 24, n° 6) ; ces amas sont les restes de croûtes d'oxydes et/ou de gouttes de métal oxydé tombées dans le foyer et partiellement transformées et fondues dans le reste de la scorie. Ce type d'assemblage minéralogique est classique pour les culots de forge. Ce qui est moins fréquent, c'est la succession des strates et leurs différences dans le mode de cristallisation. Il n'y a pas de passage continu entre les strates, le changement est brutal (fig. 24, n° 5). Le fait que l'on ait des gerbes de dendrites qui poussent à partir de la strate sous-jacente indique que cette strate était déjà relativement "froide" lorsque la strate du dessus s'est formée. L'existence de culots doubles indique qu'un culot compact correspond à des opérations successives de forgeage pendant une session de travail : le foyer n'est pas suffisamment entretenu en chaleur entre deux opérations et se refroidit suffisamment pour que la scorie se solidifie et ne refonde pas ensuite. Pour ce type d'assemblage minéralogique, la température de solidification se situe autour de 1 150 °C. Cela implique que cette température est peu dépassée, et momentanément, quand l'objet a besoin d'être chauffé. Les culots peu stratifiés semblent beaucoup plus poreux. La partie dense inférieure a la particularité de posséder du métal brûlé (fig. 24, n° 7). Il s'agit très probablement de chutes métalliques tombées dans le foyer et en partie fondues dans la scorie. Un fragment métallique est carburé. On peut donc penser (au moins pour ce cas) que de l'acier pouvait également être travaillé dans la forge. Ces culots sont beaucoup plus riches en wüstite : ces dendrites proviennent certainement de la fusion des masses métalliques et des croûtes oxydées tombées dans la scorie.

Les fragments récoltés dans le sol d'atelier sont principalement composés par des battitures, mais il peut y avoir également des fragments de culot ou d'argilo-sableux. Les battitures présentent deux morphologies : plates ou rondes (fig. 24, n° 8). Les

26- Dans le cas présent, il s'agit de la chaille pilée d'origine caussenarde locale, ajout destiné à protéger le métal d'une oxydation plus importante et à rendre la pellicule oxydée plus fragile ; autres noms : décapants, fondants ; autres produits utilisés : cendres de graminées, roches pilées, ...

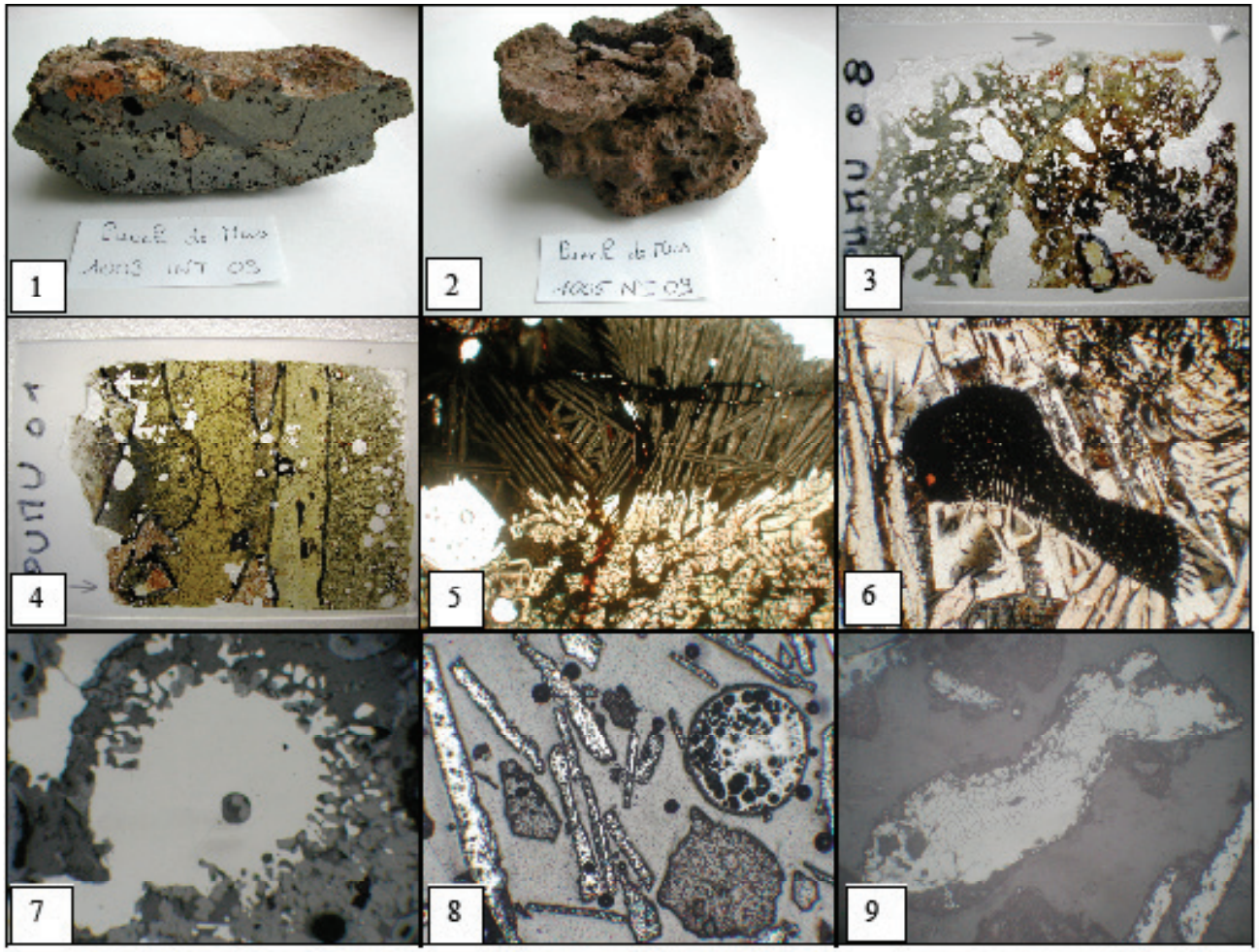


Fig. 24. Différents types de déchets de forge analysés.
1. Scorie en forme de calotte ; **2**. Calotte double ; **3**. Lame mince d'une calotte peu stratifiée ; **4.** Lame mince d'une calotte très stratifiée ; **5**. Limite de strate nette visible au microscope ; **6**. Reste de croûte d'oxydes de fer au sein d'un culot ; **7**. Métal brûlé visible au microscope **8**. Métal carburé avec aiguilles de cémentite ; **9**. Coupe d'une battiture observée au microscope.

	PUE2	PUA4	PUA8	PUB6	PUA9	PU083	PU0212	PU0215	PUD5
SiO2	0,41	12,56	51,1	48,76	63,41	58,74	44,38	28,64	13,66
Al2O3	0,17	3,09	16,02	16,93	15,66	12,26	5,16	3,81	1,7
FeOt	97,9	74,93	5,71	15,84	6,47	2,94	29,24	58,49	81,78
MnO	0,21	0,39	0,4	0,43	0,3	1,56	0,79	0,31	0,36
MgO	0,2	1,73	7,24	3,5	2,79	2,92	2,18	1,64	0,28
CaO	0,1	1,28	9,09	3,37	2,54	13,61	6,04	2,6	0,69
Na2O	0,48	2,29	1,93	2,02	1,63	1,49	2,11	1,07	0,42
P2O5	0,14	1,89	2,54	3,61	2,8	1,85	5,42	1,79	0,67
SO4	0,31	1,35	3,92	3,41	2,57	1,71	2,69	0,91	0,19
K2O	0,09	0,49	2,05	2,13	1,84	2,93	2	0,74	0,25
total	100,01	100	100	100	100,01	100,01	100,01	100	100

Fig. 25. Exemples d'analyses.

battitures plates présentent une taille qui, pour l'état actuel de nos connaissances, semble être classique (quelques mm de long pour moins d'un mm d'épaisseur). Ces battitures présentent des aspects assez différents selon la quantité d'ajouts agglomérée avec les oxydes de fer. Certaines scories ne présentent quasiment que des oxydes de fer (fig. 24, n° 9). Les battitures sont alors de type "plat" avec un côté très massif (au contact du métal), constitué par des cristaux de magnétite pavimenteuse (oxydation à l'air et à chaud du métal). Ces prismes ont tendance à s'arrondir (début de fusion dans la partie scoriacée issue de l'ajout) et se régénèrent (recristallisent) ensuite en dendrites de wüstite. Les battitures rondes présentent une partie silicatée (sans doute issues de l'ajout) beaucoup plus importante que les battitures plates. Elles sont généralement composées par des dendrites assez fines de wüstite dans une matrice silicatée. Ces dernières battitures sont un indice de fusion plus complète de l'ensemble "oxyde de fer + ajout" et donc à un travail de plus haute température que 1150°C (car elles présentent globalement la même composition chimique que les battitures plates).

3.3.3 Composition chimique des déchets

Battitures

Les parties les plus denses des battitures présentent une composition quasi identique à celle des oxydes de fer pur (PUE2, fig. 25). La teneur en FeOt[27] baisse lorsque les ajouts sont mélangés (PUA4). La composition chimique des ajouts sur battitures (rarement observés) paraît variable (PUA8 et PUB6). Cela n'est pas dû seulement à la dilution plus ou moins importante par des oxydes de fer, mais également à la différence dans la nature des ajouts. Ceux-ci sont sans doute fabriqués par un mélange de produits que l'analyse chimique ne permet pas de reconnaître "à vue". Aussi, nous présentons des diagrammes de corrélation pour tenter de déterminer leur nature.

Chimiquement, deux groupes de battitures sont visibles :

Les battitures représentées par les losanges bleus et roses montrent une bonne corrélation entre Al_2O_3, SiO_2 et CaO (fig. 17, A), ce qui peut indiquer un ajout majeur de type argileux. Cette argile semble contenir du calcium et pourrait correspondre à l'argile de décalcification environnant. La mauvaise corrélation entre CaO et K_2O (fig. 26, B) semble indiquer que l'apport lié à la cendre est assez faible dans ce cas.

Pour les battitures représentées par des losanges verts, rouges et mauves, il y a très peu de Al_2O_3 ce qui implique une faible composante argileuse. L'augmentation de la teneur en SiO_2 est alors régulière. CaO semble corrélé avec K_2O mais n'a aucun lien avec Al_2O_3. L'ajout sur ces battitures

27- La totalité du fer est exprimée sous la forme FeO.

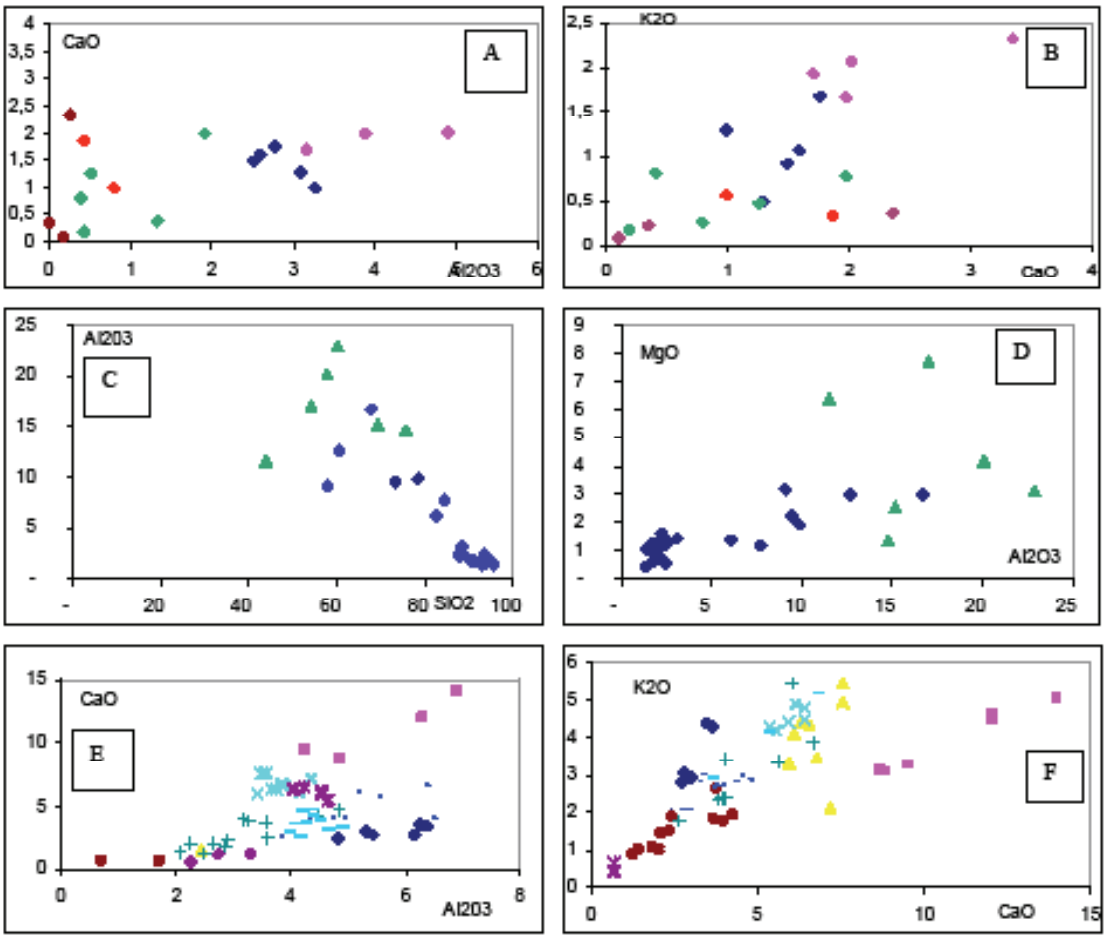


Fig. 26. **A** et **B**. Corrélations CaO/Al_2O_3 et CaO/K_2O dans les parties denses des battitures (chaque couleur correspond à une battiture) ; **C** et **D**. Comparaison des ajouts sur battitures (triangles verts) et des ajouts sur culots (losanges bleus) : analyses recalculées sans le fer ; **E** et **F**. Corrélation CaO/Al_2O_3 CaO/K_2O et dans les parties denses des culots (chaque couleur correspond à un culot).

pourrait être essentiellement composé par des cendres et de la silice. Deux possibilités s'offrent à nous : soit un mélange de cendres et de grains de quartz (sable), soit l'utilisation de cendres de graminées ou de prêles (qui contiennent beaucoup de granules de silice).

Culots

Les culots résultent-ils uniquement de l'accumulation des croûtes oxydées dans le foyer ou d'autres produits entrent-ils en jeu ? Les fragments argilo-sableux des parties supérieures des culots montrent une variabilité de composition chimique (PUA9, PU083) qui semble être plus importante que pour les ajouts sur battitures. Pour comparer les analyses des ajouts sur battitures et des parties argilo-sableuses des culots, il est nécessaire de recalculer les analyses sans FeO (du fait de ses teneurs trop variables) et de réaliser de nouveaux diagrammes de corrélation (fig. 26, C et D). Ceux-ci montrent globalement une même évolution ce qui semble indiquer que la nature des ajouts pourrait être identique. Les ajouts sur battitures sont plus riches en CaO, Al_2O_3 et MgO tandis que les ajouts sur culot sont plus riches en SiO_2. CaO, Al_2O_3 et MgO sont corrélés entre eux mais sont anti-corrélés avec la

silice (surtout dans les culots). SiO_2 semble donc provenir d'un sable tandis que les autres éléments proviennent d'une argile de décalcification. La partie dense des culots constitue la zone la plus riche en fer (PU0212, PU0215, PUD5). Les points d'analyse de cette partie montrent une corrélation entre CaO et Al2O3 (argile de décalcification), mais CaO et K2O sont également corrélés ce qui laisse penser que la cendre de charbon de bois peut être un composant important dans la formation du culot. Des analyses ont été faites dans chaque strate des culots. La variation de composition semble liée à la quantité de cendres de charbon incorporée (les strates inférieures étant les plus riches en CaO et K2O, donc ayant incorporé le plus de cendres) et la quantité de croûtes d'oxydes (+ ajouts) tombées. Les produits "ajoutés" semblent donc être toujours de même nature au fur et à mesure de la succession d'opérations.

3.3.4. Synthèse de l'analyse archéométrique

Les scories et battitures trouvées sur le site de Puech de Mus sont typiquement des déchets du travail de forge. Les culots se forment par l'accumulation de croûtes d'oxydes de fer avec ajouts (ou des fragments de métal pour les culots peu stratifiés) tombés dans le foyer, par les ajouts tombés directement dans le foyer et par les cendres de charbon de bois. Il semble que ces foyers aient fonctionné de manière globale autour de 1 150-1 200 °C avec augmentation ponctuelle de la température pour des travaux spécifiques tel que des soudures éventuellement (présence de battitures rondes de même composition chimique que les battitures plates). L'analyse fine de ces déchets permet de formuler des hypothèses quant à la nature des ajouts utilisés (silice[28] + argile de décalcification locale + éventuellement des cendres mêlées à l'argile), mais ne permet pas de remonter à la nature exacte des travaux effectués sur le site. Pour cela, l'étude des chutes métalliques de l'atelier est plus enrichissante (supra).

28- Chaille.

4. Conclusions

L'étude au Puech de Mus de deux secteurs de forge, successifs et proches sur le plan spatial, est très importante pour la connaissance régionale de cet artisanat au début du second âge du Fer (Ve / IVe s. a.C.). Elle confirme que les activités métallurgiques sont polymétalliques et pas encore totalement séparées des structures domestiques, comme dans le midi de la Gaule[29].

L'abondance de divers déchets permet d'appréhender quelques aspects de la chaîne opératoire qui ne semble pas débuter avant le travail de "loupes" ou de barres vraisemblablement réalisés ailleurs.

Pour le cas des objets en fer, l'utilisation du minerai sidérolithique, attesté dans le fond géologique et sous la forme de nodules magnétisés dans l'habitat, n'est pas à exclure mais reste à démontrer. L'originalité du Puech de Mus réside dans l'utilisation d'un type de foyer de forge inédit jusqu'alors : des soles d'argile surmontées initialement d'un entourage de pierre luté. Ce dispositif en élévation, particulièrement fragile, a généralement disparu, ne rendant guère facile la distinction avec les soles domestiques, excepté quand l'ensemble est associé à des concentrations remarquables de déchets métallurgiques (scories, battitures, parois vitrifiées, etc.).

Le degré de technicité atteint dans l'habitat supérieur (-425 à -350 environ) permettait, d'après les analyses archéométriques et les vestiges retrouvés, de fabriquer de la tôle, voire de l'acier, et pratiquer la soudure (supra 3.3). On soulignera qu'une bouterolle en fer découverte dans le niveau d'abandon du site (-350/-325) implique cette dernière technique[30]. L'outillage de bronzier mis au jour (ciselets et poinçon à décorer la tôle au repoussé), rarement attesté pour cette période, confirme un savoir-faire certain.

29- Py 1993, 126-130.

30- Gruat 2001, 253, notice 402 ; Gruat, Marty, Marchand 2003, fig. 110, n° 14. Les esprits chagrins nous objecterons que cette dernière n'a peut-être pas été fabriquée sur place. Au vu des déchets retrouvés on est pourtant bien obligé d'admettre qu'une partie des objets métalliques, certes difficilement quantifiable, est directement issue des ateliers polymétalliques du site.

Quelques pièces exceptionnelles (ambre, corail, vaisselle métallique, armement) soulignent le statut vraisemblablement privilégié du site, déjà suggéré par d'autres données : topographie et fortifications ostentatoires, rôle commercial en bordure d'un axe, étude de la faune, etc.[31]. L'importance de la métallurgie fait probablement partie intégrante de la fonction du Puech de Mus. Aussi est-il légitime de nous demander si nous ne sommes pas en présence d'un lieu réservé à une élite locale qui s'attachait les services de métallurgistes, de forgerons, au savoir-faire précieux et convoité[32].

31- Gruat *et al.* 2003, 148-154.
32- Orengo 2003, 162-167.

Bibliographie

Bargiel, D., avec la collab. de Ph. Abraham et Ph. Gruat (2001) : "Expérimentation sidérurgique des 16-17 septembre 2000 lors des journées du Patrimoine au Musée archéologique de Montrozier", in : Gruat, éd. 2001, 480-486.

Blanquet, P.-M. (1980) : "Borne millaire du Villaret", *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévènes*, 4, 74-76.

Blanquet, P.-M. et Ph. Gruat (1995) : "Première approche du peuplement de la haute vallée de l'Aveyron durant le dernier millénaire avant notre ère", in : Gruat & Vidal, 155-163.

Brun, P. et B. Chaume, éd. (1997) : *Vix et les éphémères principauté celtiques – Les* VI*e et* V*e siècles avant J.-C. en Europe centre-occidentale*, *Actes du colloque de Châtillon-sur-Seine (octobre 1993)*, Paris.

Dedet, B. (1999) : "La maison de l'oppidum languedocien durant la Protohistoire. Forme et utilisation de l'espace", *Gallia*, 56, 5-108.

Dedet, B., Ph. Gruat, G. Marchand, M. Py et M. Schwaller, éd. (2000) : *Aspects de l'Âge du Fer dans le Sud du Massif Central, Actes du XXIe colloque international de l'AFEAF (Conques-Montrozier, 8-11 mai 1997). Thème régional*, Lattes, Monogr. Archéol. Médit. 6.

Dedet, B., Ph. Gruat et G. Marty (2001) : "Sépultures d'enfants en bas âge dans l'agglomération du Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon (Aveyron) au Ve s. av. J.-C.", *Documents d'Archéologie Méridionale*, 24, 127-162.`

Feugère, M. et V. Serneels, éd. (1998) : *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale,* Monographies *instrumentum* 4.

Garcia, D. et F. Verdin, éd. (2002) : *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale, Actes du XXIVe Colloque international de l'AFEAF (Martigues du 1er au 4 juin 2000)*, Paris.

Gruat, Ph. (2001) : "Approche de la métallurgie en Rouergue au cours des âges du Fer (VIIIe - Ier s. av. J.C.)", in : Gruat, éd. 2001, 198-253.

— (2003) : "Approche de la métallurgie dans le département de l'Aveyron (France) au cours des âges du Fer (VIIIe - Ier s. av. J.-C.)", *Peuce*, 1 (XIV), Tulcea (Roumanie), 129-154.

Gruat, Ph., éd. (2001) : *Du silex au métal. Mines et métallurgie en Rouergue*, catalogue d'exposition du Musée du Rouergue de Montrozier, Guide d'archéologie 9.

Gruat, Ph. et M. Vidal, éd. (1995) : *Dix ans d'archéologie en Aveyron : recherches et découvertes*, catalogue d'exposition du Musée de Montrozier, Guide d'Archéologie 3.

Gruat, Ph., avec la collab. de G. Marty (2000) : "Habitat et peuplement en Rouergue durant l'âge du Fer : premières tendances", in : Dedet *et al.* 2000, 27-50.

Gruat, Ph. et G. Marty (2000) : "Bilan préliminaire de cinq campagnes de recherches sur l'enceinte protohistorique du Puech de Mus (Sainte-Eulalie-de-Cernon)", *Cahiers d'Archéologie Aveyronnaise*, 14, 97-116.

Gruat, Ph., G. Marty et Ph. Abraham (2001) : "Les fosses à griller le minerai de fer sidérolithique des Causses : l'exemple du Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon", in : Gruat, éd. 2001, 468-475.

Gruat, Ph. et L. Izac-Imbert (2002) : "Le territoire des Rutènes : fonctionnement et dynamiques territoriales aux deux derniers siècles avant notre ère", in : Garcia & Verdin, 66-87.

Gruat, Ph., G. Marty et G. Marchand avec la collab. Ph. Abraham, B. Francqueville, V. Le Fillâtre et J. Poujol (2003) : "Systèmes de fortification de l'habitat de hauteur du Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon (Aveyron) au Ve s. av. J.-C.", *Documents d'Archéologie Méridionale*, 26, 63-157.

Gruat Ph., G. Marchand et G. Marty (2004) : "L'enceinte protohistorique du Puech de Mus (Sainte-Eulalie-de-Cernon, Aveyron) : campagne 2003", *Bulletin de l'Association Française pour l'Étude de l'Âge du Fer*, 22, 17-20.

Gruat, Ph. et G. Marchand (à paraître) : "L'enceinte protohistorique du Puech de Mus (Sainte-Eulalie-de-Cernon, Aveyron) : campagne 2004", *Bulletin de l'Association Française pour l'Étude de l'Âge du Fer*.

Labrousse, M. (1980) : "Un millaire de Philippe l'Arabe à la frontière des Rutènes et des Gabales", *Gallia*, 38, 247-251.

Mordant, C., M. Pernot et V. Rychner, éd. (1998) : *L'atelier du bronzier en Europe du XXe au VIIe siècle avant notre ère : du minerai au métal, du métal à l'objet*, *Actes du colloque international "Bronze 96" (Neuchâtel et Dijon)*, 2, Paris.

Orengo, L. (2003) : *Forges et forgerons dans l'habitat laténiens de la Grande Limagne d'Auvergne – Fabrication et consommation de produits manufacturés en fer en Gaule à l'Âge du Fer*, Monographies *instrumentum* 26.

Pernot, M. (1998) : "L'organisation de l'atelier du bronzier", in : Mordant *et al.*, éd. 1998, 107-116.

Py, M. (1993) : *Les Gaulois du Midi, de la fin de l'Age du Bronze à la conquête romaine*, coll. "La mémoire du Temps".

Serneels, V. (1998) : "La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne", in : Feugère & Serneels, éd. 1998, 7-44.

Soutou, A. (1985) : "Le rempart calciné du Puech de Mus, sur le Larzac (Sainte-Eulalie-de-Cernon, Aveyron)", *Archéologie en Languedoc*, 4, 105-115.

Thevenot, J.-P. (1998) : "Un outillage de bronzier : le dépôt de *La Petite Laugère*, à Génelard (Saone-et-Loire, France)", in : Mordant *et al.*, éd. 1998, 123-144.