Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 61 (1993)

Artikel: Archéométrie des scories de fer : recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale
Autor: Serneels, Vincent
Kapitel: 8: Les scories de la forge de Marsens, En Barras (Fribourg, Suisse)
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-836182

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Siehe Rechtliche Hinweise.

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. Voir Informations légales.

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. See Legal notice.

Download PDF: 06.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

8

Les scories de la forge de Marsens, en Barras

(Fribourg, Suisse)

Le vicus gallo-romain de Marsens est connu depuis le siècle passé. Au cours de la construction de l'autoroute RN 12 à travers la Gruyère, le temple de Riaz, Tronche-Bélon fut redécouvert, fouillé et déplacé. En même temps, des fouilles importantes permettaient de dégager une partie d'un quartier d'habitat. Une quantité considérable, plus de 2 tonnes, de matériaux scorifiés provient de ce site.

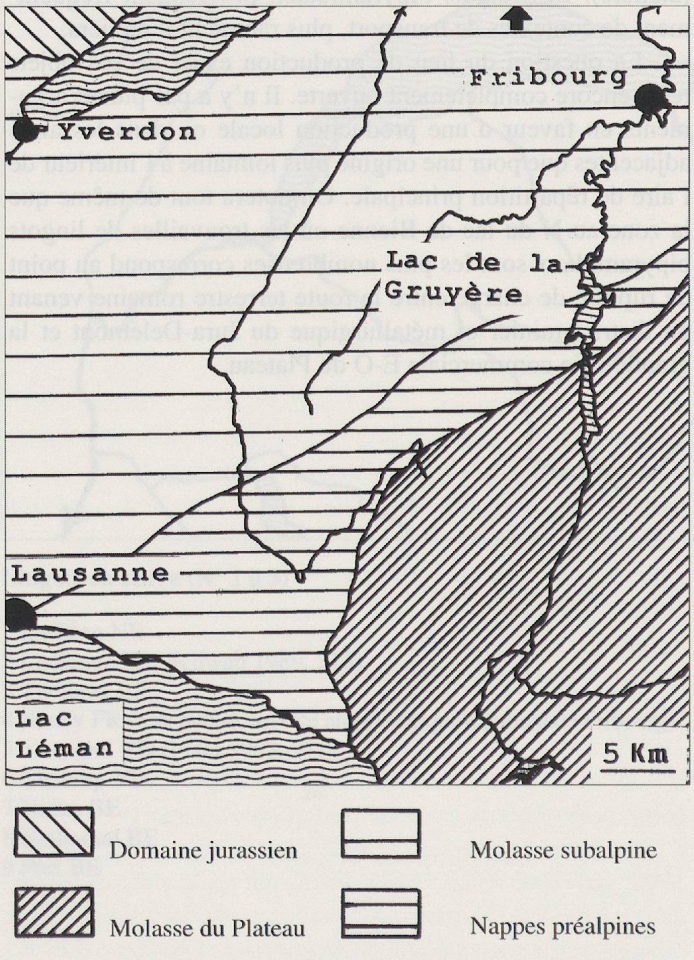


Fig. 190. Esquisse tectonique des régions voisines de la Gruyère.

Seule l'étude préliminaire d'un échantillonnage des scories a pu en être menée à bien. Dans cette région, les connaissances, tant sur le plan minier que sur celui de l'histoire de la sidérurgie, sont encore très lacunaires. Au stade actuel, beaucoup d'hypothèses restent donc à vérifier.

La Gruyère est une région aux reliefs peu accentués, située entre 700 et 900 m d'altitude. Elle se trouve au pied des premiers sommets des Préalpes (2000 m et plus). Elle est traversée du S au N par la Sarine qui se dirige vers les basses plaines situées au pied du Jura. C'est un pays de collines aux caractéristiques intermédiaires entre la montagne et la plaine. Le climat y est déjà rude, mais le sol encore fertile. La Gruyère est en contact avec le bassin lémanique, par Châtel-Saint-Denis ou Oron et avec le reste du Plateau suisse par la vallée de la Sarine. Elle contrôle l'accès à l'arrière-pays montagneux (haute vallée de la Sarine).

La Gruyère se trouve au front des nappes des Préalpes, dans le domaine où les sédiments tertiaires molassiques ont été fortement déformés par les mouvements tectoniques alpins (fig. 190).

L'occupation humaine de cette zone relativement peu favorable semble remonter à la préhistoire. Dès le milieu second âge du Fer, le peuplement se développe comme en témoignent plusieurs nécropoles (Kaenel 1991, 320). Un axe de circulation semble se mettre en place entre Vevey, sur les bords du Léman, et la région bernoise.

A l'époque romaine, plusieurs établissements ruraux sont connus en Gruyère (Schwab 1992). Si la route de Vevey à Avenches se déplace vers l'O, par Oron et Moudon, un axe secondaire est identifié dans la vallée (Aebischer 1930). Le vicus de Marsens-Riaz se développe autour de son sanctuaire (lieu dit Tronche-Bélon). C'est probablement le centre culturel de la région et un lieu de passage le long de la route.

Plusieurs nécropoles importantes attestent du maintien d'une population dense pendant le Haut Moyen Age. La richesse de certains sites indique même un niveau de vie assez élevé.

La mine de fer de Hautaudon

La bibliographie fournit très peu d'indices concernant l'éventuelle exploitation de minerai de fer dans la région. Il n'est généralement fait allusion qu'à une seule mine, aux «Rochers-de-Naye» (fig. 191). Celle-ci se situe plus exactement sur le versant E de la Dent de Hautaudon, en territoire fribourgeois (565450/143750/1830). L'affleurement est porté sur la carte géologique (Feuille 1264 Montreux; Badoux 1965). Des traces d'extraction ont été observées sur le terrain (Weidmann M., com. pers.). L'histoire d'une tentative d'exploitation peu fructueuse, à la fin du XVI^{e} siècle, a pu être retracée (Pelet 1970b, 121-123). Un haut fourneau fut même érigé dans le fond de la vallée de l'Hongrin (coordonnées 567625/144150).

Le matériau exploité fait partie de la «Croûte minéralisée à structure stromatolithique des Chenaux Rouges», faisant partie des Couches Rouges (Turonien-Yprésien; Guillaume 1986, 68-74). Il s'agit d'un horizon de quelques centimètres d'épaisseur constitué d'une gangue marneuse rougeâtre ou noirâtre emballant des concrétions à structure stromatolithique. Le tout est imprégné d'hydroxydes de fer. Localement, ce matériel s'insinue dans des fissures et des structures de dissolution à la surface des couches plus anciennes. Ce niveau s'est formé dans des conditions d'érosion sous-marine en milieu peu profond au Paléocène («hard ground»). Dans ce secteur et dans celui du barrage de l'Hongrin, ce niveau se développe sur les Calcaires Plaquetés du Crétacé inférieur. Ceux-ci contiennent des concrétions diagénétiques complexes de sulfures de fer et de cuivre. Ces concrétions pyriteuses se retrouvent, remaniées et complètement oxydées, dans la croûte d'altération plus jeune (Bertrand et Weidmann 1979). Un plan de la commune de Montbovon, daté de 1742, indique un autre emplacement de mine, sur le versant frigourgeois des Rochers-de-Naye (coordonnées 565725/143200; Pelet 1978, p.121).

Ce même niveau a été reconnu dans l'ensemble des Préalpes Médianes (Guillaume 1986, 70). La puissance et la teneur en fer sont très variables. C'est lorsqu'il se développe sur les Calcaires Plaquetés que l'on peut espérer les teneurs les plus élevées. Des échantillons fournis par M. Weidmann sont en cours d'analyse. Les résultats préliminaires indiquent des teneurs très basses en fer. Ce que l'on sait de la tentative d'exploitation malheureuse confirmerait ce point. Si une tentative moderne d'utilisation de cette formation géologique est clairement attestée, rien ne prouve une exploitation antique. Au contraire, ce gisement est petit, situé à l'écart et à très haute altitude. Par ailleurs, plusieurs indices toponymiques existent dans la partie alpine de la Gruyère. Dans l'état actuel des connaissance, ils ne sont pas mis en relation avec une industrie connue. Si l'extraction de ce minerai en d'autres points est imaginable, elle n'est pas démontrée. Le domaine des nappes préalpines peut renfermer quelques minéralisations; les terrains molassiques sont encore moins favorables à la formation de minerai de fer.

Le site de Marsens

La route et les bâtiments

Entre les villages de Marsens et de Riaz, sur la rive gauche de la Sionge, un important établissement romain fut découvert au siècle passé (Gremaud 1854 et 1855). Les fouilles récentes ont mis au jour un temple gallo-romain et une partie du vicus (fig. 192). Les données chronologiques démontrent une occupation du I^{er} au III^{e} siècles ap. J.-C.

La situation après les invasions de 256 ap. J.-C. n'est pas connue. Une nécropole du Haut Moyen Age, de plus de 400 tombes, est installée par la suite.

Le temple a connu deux étapes de construction (Vauthey 1985, Meylan et Bonnet-Borel 1992). Des traces d'occupation ont été repérées principalement au N et à E dans un rayon de quelques centaines de mètres. Les fouilles ont mis au jour des installations thermales. Une voie romaine traverse le site. Une nécropole est localisée au N.

Au cours de la campagne de sondages de 1981, des quantités importantes de matériaux scorifiés furent découverts, en particulier le long de l'ancienne route de Riaz à Marsens («sondage F»: Schwab 1984, 70-72, Meylan 1988). Des fouilles systématiques eurent lieu dans ce secteur en 1983 et 1984 sous la direction locale de P.-A. Vauthey (Vauthey 1985b, 1988 et 1989) complétées par quelques travaux en 1985 et 1986. La zone fouillée couvre environ 3500 m^2 et correspond à la bordure occidentale du vicus qui s'étend encore dans les parcelles situées à l'E.

Six bâtiments rectangulaires (50 à 100 m^2 de surface), séparés les uns des autres, sont alignés le long de la route romaine bordée de fossés (fig. 193). Les bains se trouvent au

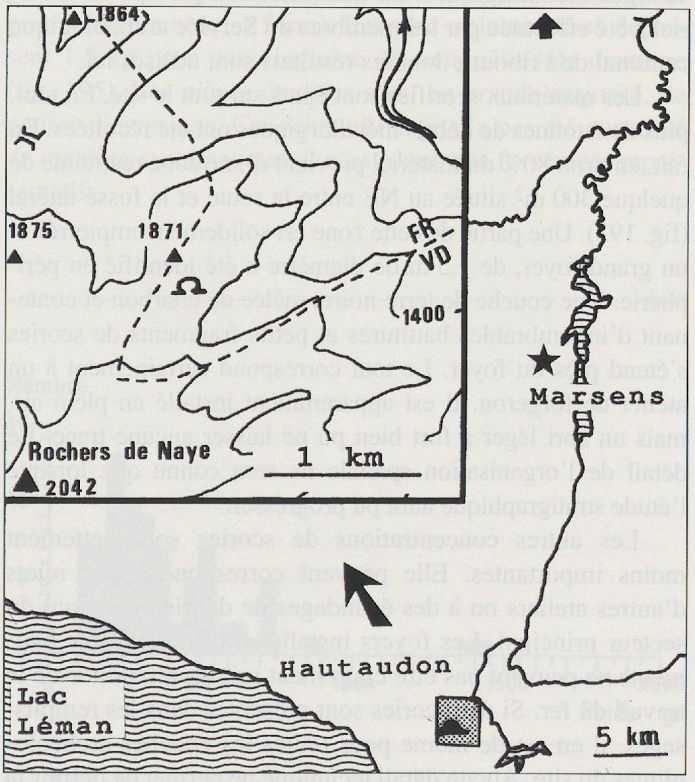


Fig. 191. Carte de situation de la mine de Hautaudon.

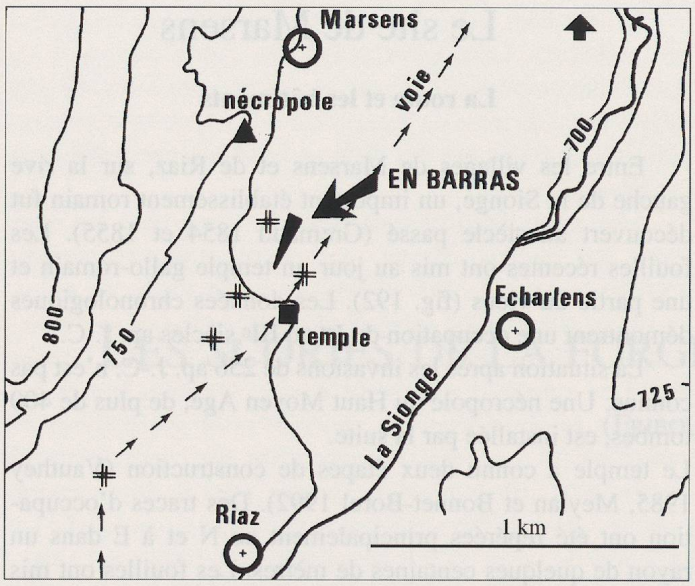


Fig. 192. Schéma du vicus gallo-romain de Marsens-Riaz. Les doubles croix indiquent des vestiges romains reconnus.

N, un peu à l'écart. C'est la seule construction maçonnée. Compte tenu du mode de construction et de l'état de conservation, les structures archéologiques restent difficiles à interpréter. Leur étude est encore en cours.

Répartition des scories et structures associées

Les données archéologiques concernant le site de Marsens, En Barras, sont encore en grande partie inédites. P.-A. Vauthey, responsable de la fouille, a bien voulu communiquer les informations nouvelles sur la répartition spatiale des vestiges métallurgiques. La quantification globale du matériel a été effectuée par les membres du Service archéologique cantonal de Fribourg dont les résultats sont utilisés ici.

Les matériaux scorifiés sont épars sur tout le site. En tout, plus de 2 tonnes de débris métallurgiques ont été récoltées. En fait, environ 80% du matériel provient d'une zone restreinte de quelque 300 m^2 située au NE entre la route et le fossé latéral (fig. 193). Une partie de cette zone est solidement empierrée et un grand foyer, de 1,5 m de diamètre a été identifié en périphérie. Une couche de terre noire, mêlée de charbon et contenant d'innombrables battitures et petits fragments de scories s'étend près du foyer. Le tout correspond certainement à un atelier de forgeron. Il est apparemment installé en plein air, mais un abri léger a fort bien pu ne laisser aucune trace. Le détail de l'organisation spatiale ne sera connu que lorsque l'étude stratigraphique aura pu progresser.

Les autres concentrations de scories sont nettement moins importantes. Elle peuvent correspondre aux rejets d'autres ateliers ou à des épandages de débris provenant du secteur principal. Les foyers installés à l'intérieur des bâtiments ne peuvent pas être clairement mis en relation avec le travail du fer. Si des scories sont présentes dans les remplissages, il en est de même pour toutes les couches archéologiques du site. Aucun détail technique ne permet de définir la fonction de ces structures.

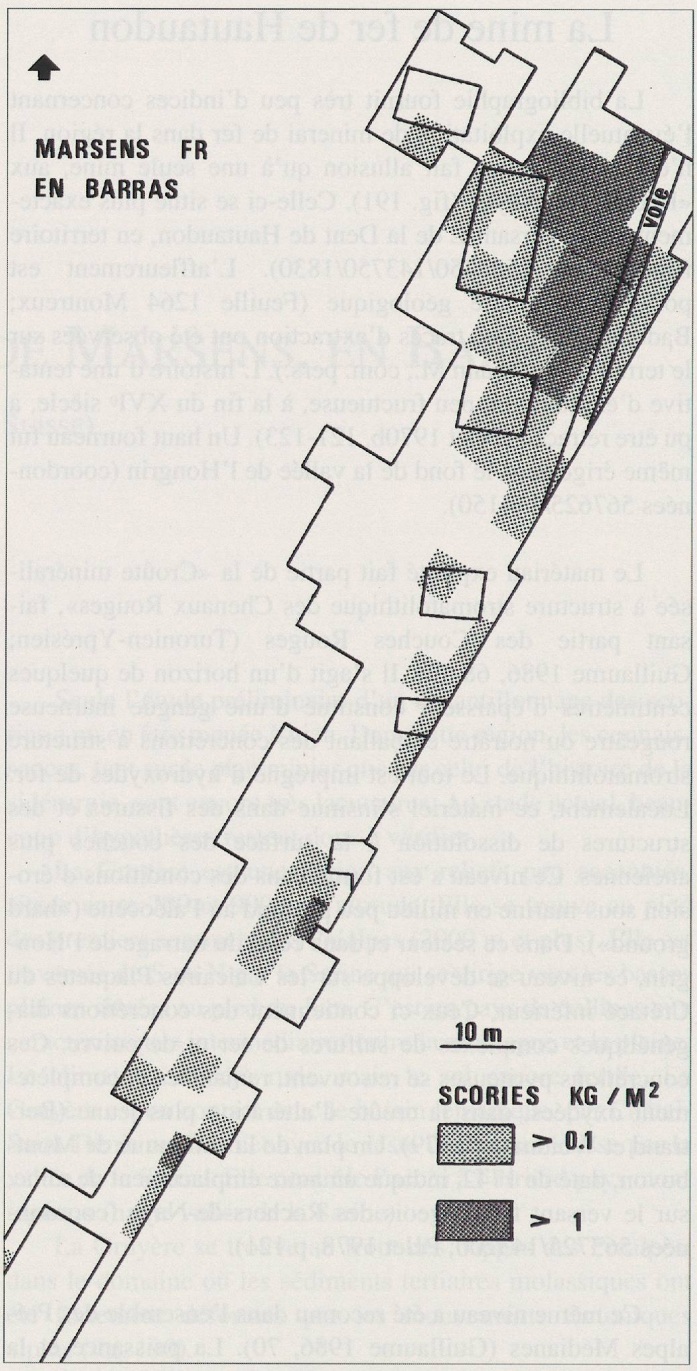


Fig. 193. Plan schématique des fouilles du vicus romain de Marsens FR, En Barras. D'après les documents établis par P.-A. Vauthey (Service archéologique de Fribourg).

Les scories de Marsens

Les 2 tonnes de scories trouvées à Marsens n'ont pas pu être étudiées dans leur ensemble. Une centaine de pièces seulement ont été prélevées. Cet échantillon comporte des exemples des principales catégories de matériaux que l'on peut trouver sur le site. Par contre, les proportions entre les catégories ne peuvent pas être déduites sur cette base.

Aucune scorie coulée n'a été identifiée. Tout le matériel peut être interprété comme des résidus des travaux post-réduction.

Les parois de foyer

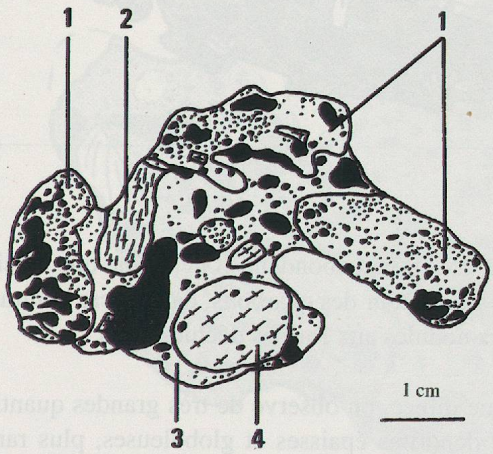
Les éléments de placage argileux, scorifié sur une face et cuit sur l'autre sont nombreux (Ech.MRS 790 et 1000, pas d'analyse). La surface scorifiée a fondu et présente un aspect vitreux caractéristique. A l'inverse, l'autre face n'était pas en contact avec le feu et porte des traces d'arrachement.

Le matériau est, en général, fin et argileux. Il ne contient que 5 à 10% de grains de roches visibles à l'œil nu. Certains sont centimétriques. Ces éléments sont généralement anguleux. On note aussi la présence de traces de végétaux en quantité limitée (paille). En coupe, on observe le passage graduel du matériau primitif à un produit scorifié. Les teintes sont très variables.

Les SAS: scories argilo-sableuses

Une grande variété de produits scorifiés sont regroupés sous ce vocable. Leurs caractéristiques communes sont d'être très légères, riches en bulles et constituées en grande partie de matériaux argilo-sableux plus ou moins fondus.

Elles se distinguent des parois de foyer par le fait que la masse a subi l'action de chaleur de tous les côtés et non pas sur une seule face. Les surfaces sont toutes scorifiées et présentent des reliefs mamelonnés. Les formes sont globuleuses et ne présentent pas de polarité. Les empreintes de charbon de bois ne sont pas systématiquement reconnaissables. La taille de ces pièces varie de quelques millimètres (gouttes ou amas de gouttes) à quelques centimètres (rognons). Le poids ne dépasse pas 200 gr.



Poids total: 250 gr Surfaces vitreuses lisses
Commentaire de la coupe:
1 Zones vitreuses gris verdâtre. Bulles abondantes, sans orientation.
2 Morceau de grès.
3 Zone vitreuse noire avec de nombreuses inclusions de roche silicatée partiellement fondues. Bulles abondantes, parfois grandes.
4 Morceau de gneiss.

Fig. 194. SAS Scorie argilo-sableuse. Ech.MRS 10, Marsens, En Barras.

En coupe, on reconnaît des domaines correspondant à des fragments de roches variées plus ou moins fondus (arrondis ou anguleux). Ceux-ci atteignent parfois la taille de plusieurs centimètres. Ils sont englobés dans une pâte vitreuse, généralement très riche en bulles (fig. 194). Les teintes varient beaucoup au sein d'une même pièce (noir, gris, vert, bleu, beige, blanc, etc.). Les inclusions métalliques sont rares et petites. Ces caractères sont très proches de ce que l'on peut observer dans la partie scorifiée des parois de foyer.

Les teneurs en fer sont très basses (Annexes 7.1 et 7.2, Ech. MRS 20, 40, 260, 560 et 800; fig. 194 et 199). Le rapport Si:Al est très élevé, de 6:1 à 8:1.

Ces pièces peuvent être interprétées comme des morceaux de paroi détachés et tombés dans le foyer. La présence d'éléments centimétriques cohérents ne peut s'expliquer d'une autre manière. Il ne peut pas s'agir du résultat de la fusion d'un décapant (argile ou sable) qui par nature doit être fin. La nature très variée des éléments inclus fournit un argument dans le même sens: les décapants sont des matériaux soigneusement traités et purifiés. Il est également difficile d'admettre que ces cailloux aient pu être amenés avec le charbon de bois. Il est intéressant de constater que les formes n'indiquent que rarement une accumulation au fond du foyer. Ces pièces ne sont pas réellement fluides, mais seulement pâteuses et ne peuvent s'infiltrer à travers la masse de charbons.

Les scories en forme de calotte

La grande majorité des pièces étudiées se sont accumulées au fond du foyer. A l'intérieur de ce groupe, la variabilité reste très grande et l'on peut décrire plusieurs sous-catégories. Les plus petites ne pèsent que quelques centaines de grammes (diamètre < 5 cm). Les plus volumineuses dépassent 1,5 kg pour une vingtaine de centimètres de diamètre (fig. 195). Les pièces étudiées sont, en grande majorité, de petites dimensions. Cet échantillonage n'a pas été constitué de manière systématique, il n'est donc pas forcément représentatif.

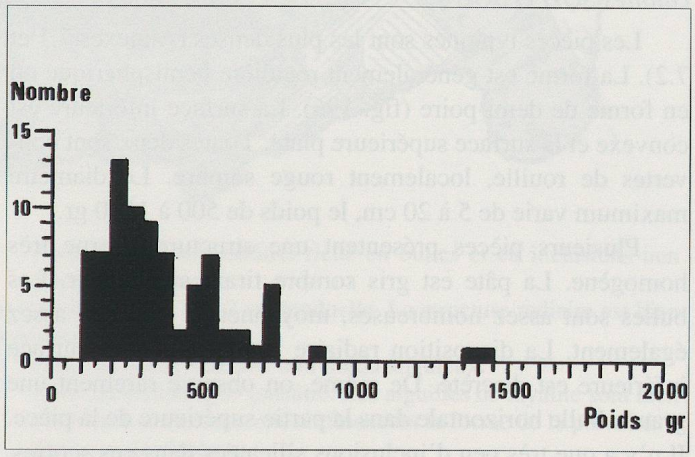


Fig. 195. Histogramme des poids estimés des scories en forme de calotte de Marsens (80 échantillons étudiés).

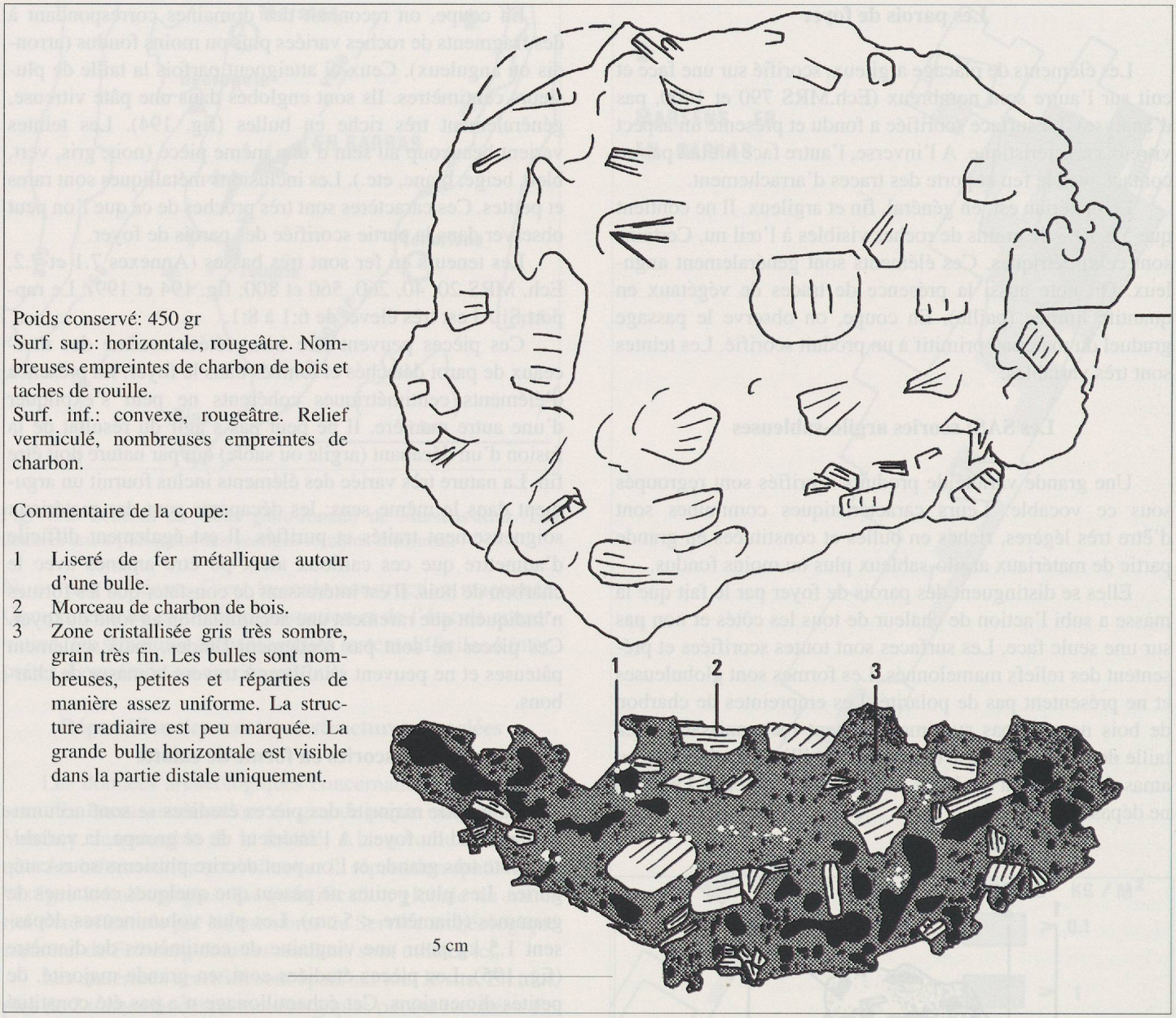


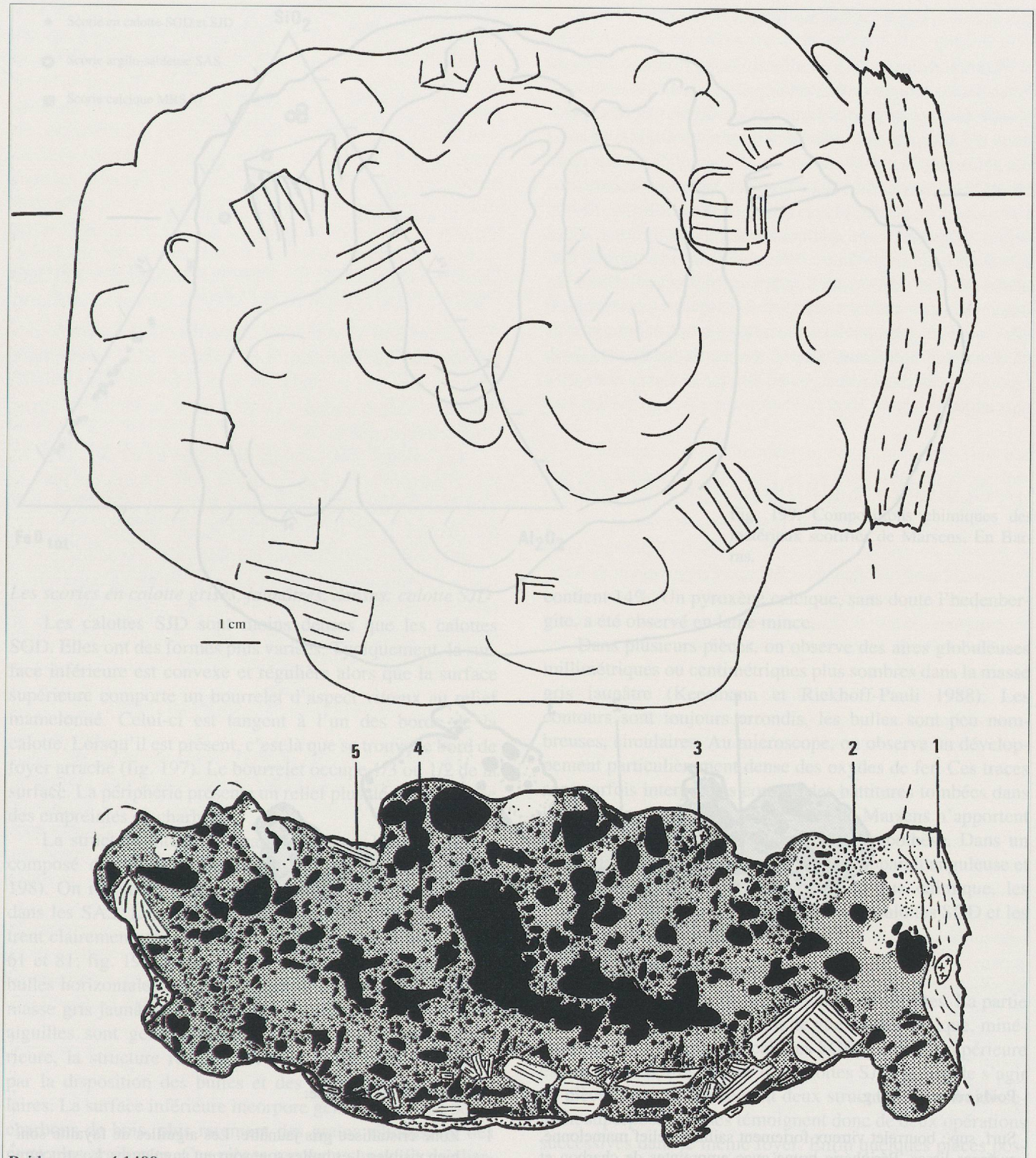
Fig. 196. Scories en forme de calotte gris sombre. Ech. MRS 57, Marsens, En Barras.

Les scories en calotte grises, denses et charbonneuses: calottes SGD et SGC

Les pièces typiques sont les plus denses (Annexes 7.1 et 7.2). La forme est généralement régulière hémisphérique ou en forme de demi-poire (fig. 196). La surface inférieure est convexe et la surface supérieure plate. Toutes deux sont couvertes de rouille, localement rouge sombre. Le diamètre maximum varie de 5 à 20 cm, le poids de 500 à 1500 gr.

Plusieurs pièces présentent une structure interne très homogène. La pâte est gris sombre tirant sur le noir. Les bulles sont assez nombreuses, moyennes et réparties assez également. La disposition radiaire par rapport à la surface inférieure est discrète. De même, on observe rarement une grande bulle horizontale dans la partie supérieure de la pièce. Il n'y a que très peu d'inclusions silicatées dans ces scories. Par contre, elles contiennent des quantités parfois énormes de charbon (jusqu'à 50%). Le fer métallique est toujours visible (1 à 25%). Peu abondant, il ne forme que de simples liserés très fins autour des charbons; dans le cas contraire, on observe des nodules aux formes déchiquetées.

En lame mince, on observe de très grandes quantités de wüstite en dendrites épaisses et globuleuses, plus rarement fines. Ces cristaux sont pris dans une masse amorphe et indistincte. Localement la fayalite est reconnaissable. Elle est probablement présente en cristallites dans la masse. Les analyses chimiques reflètent bien la minéralogie. Les calottes SGD et SGC sont les plus riches en fer (de 55 à 70% FeOtot; Annexes 7.1 et 7.2, Ech. MRS 140, 200, 350, 540 et 1220; fig. 199). Le rapport Si:Al est dans la même fourchette que pour les autres scories du site (6:1 à 8,5:1). Elles sont, en moyenne, plus pauvres en éléments lithophiles et intermédiaires (MgO, CaO, K_2O, Zr, Y, Rb, Sr, Ba, MnO, V et Cr) et enrichies en sidérophiles (As, Cu, Ni, Co).



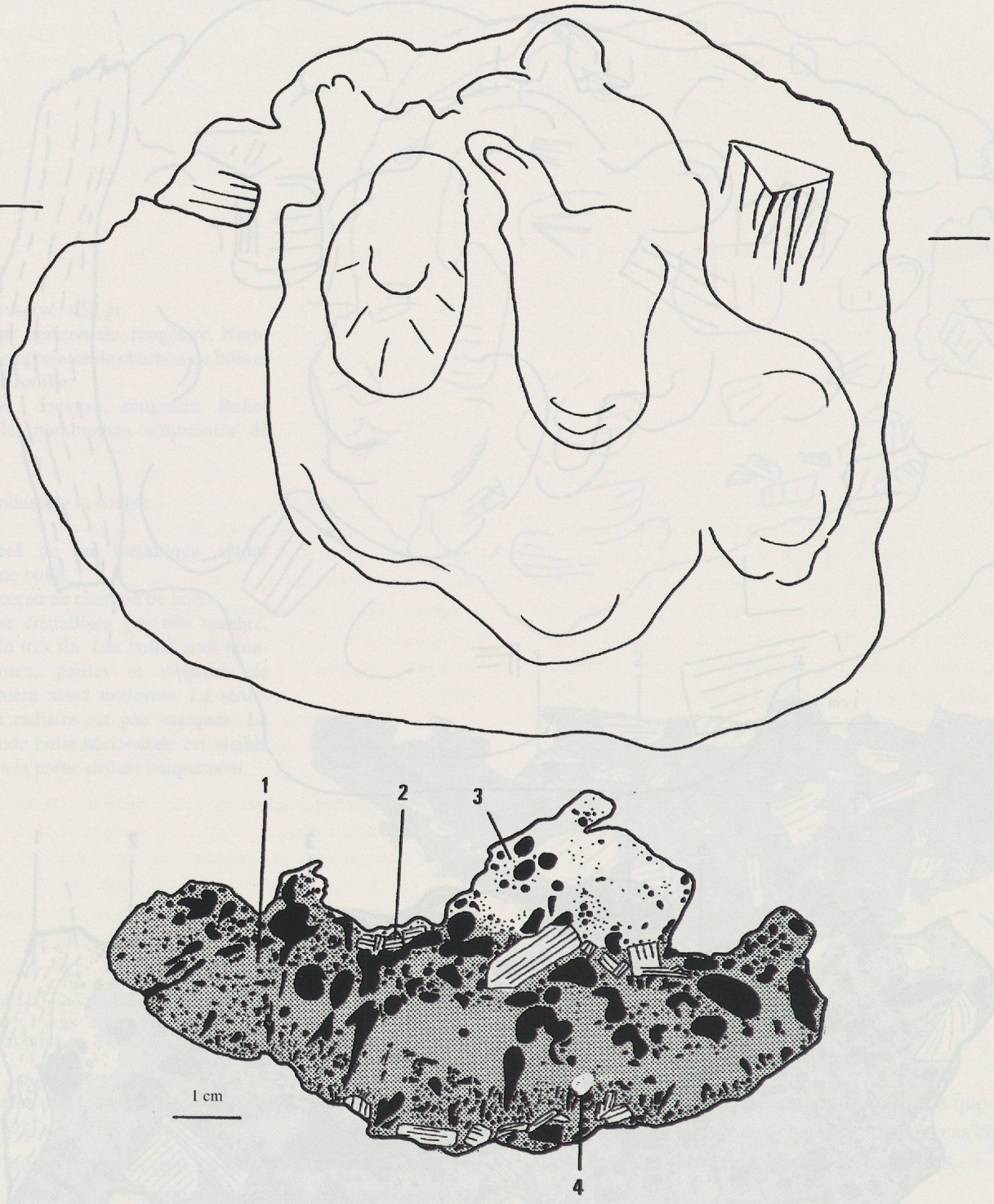
Poids conservé 1400g.
Surf. sup. : bourrelet vitreux tangent au bord du foyer, relief mamelonné, surfaces lisses.
Périphérie avec de nombreuses empreintes de charbon.
Bord du foyer très bien conservé.
Surf. inf.: convexe. Localement, placage argileux (= fond du foyer ou croûte d'oxydation?). Quelques empreintes de charbon.
Commentaire de la coupe :

1 Bord du foyer : matériaux argileux cuits.
2 Zone ± vitreuse jaunâtre, riche en bulles et en inclusions non fondues très fines.

La transition entre 1 et 2 est graduelle. La structure radiaire est bien exprimée.

3 Grain de roche silicatée non fondu anguleux.
4 Zone cristallisée gris jaunâtre. Les aiguilles de fayalite sont bien visibles. Localement, elles influencent la forme de la porosité.
5 Morceau de charbon.

Fig. 197. Scorie en forme de calotte gris jaunâtre dense: calotte SJD. Ech. MRS 1200, Marsens, En Barras.



Poids conservé 700 g.

Surf. sup.: bourrelet vitreux fortement saillant, relief mamelonné, surfaces lisses. Périphérie brune avec empreintes de charbon et relief déchiqueté.

Surf. inf.: convexe, régulière avec quelques empreintes de charbon

Commentaire de la coupe:

1 Zone cristallisée gris jaunâtre. Les aiguilles de fayalite sont bien visibles. Les bulles sont souvent anguleuses. La structure radiaire est bien exprimée.
2 Morceau de charbon.
3 Zone d'aspect vitreux, divisée en domaines de couleurs différentes (jaunâtre, noir, etc), riche en inclusions silicatées non fondues.
4 Bille de fer métallique.

Fig. 198. Scorie en calotte gris jaunâtre dense: calotte SJD. Ech. MRS 6 (61-62), Marsens, En Barras.

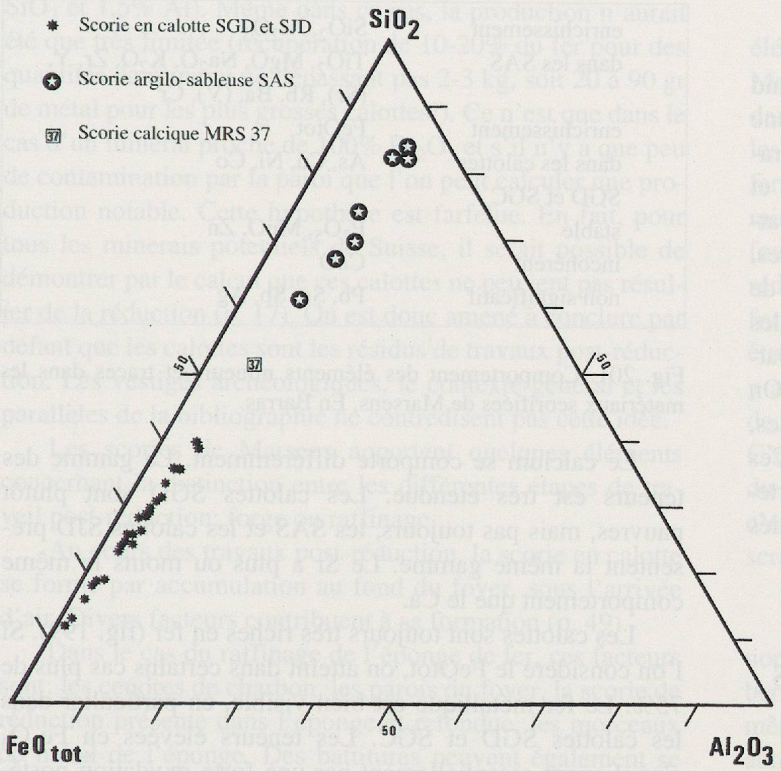


Fig. 199. Compositions chimiques des matériaux scorifiés de Marsens, En Barras.

Les scories en calotte grises, jaunâtres, denses: calotte SJD

Les calottes SJD sont moins denses que les calottes SGD. Elles ont des formes plus variées. Typiquement, la surface inférieure est convexe et régulière alors que la surface supérieure comporte un bourrelet d'aspect vitreux au relief mamelonné. Celui-ci est tangent à l'un des bords de la calotte. Lorsqu'il est présent, c'est là que se trouve le bord de foyer arraché (fig. 197). Le bourrelet occupe 1/3 ou 1/2 de la surface. La périphérie présente un relief plus déchiqueté avec des empreintes de charbon.

La structure interne est caractéristique: le bourrelet est composé d'éléments siliceux plus ou moins fondus (fig. 198). On reconnaît exactement les mêmes composants que dans les SAS. Les analyses chimiques de ces parties montrent clairement une parenté (Annexes 7.1 et 7.2, Ech. MRS 61 et 81; fig. 199). Sous le bourrelet, on trouve de grandes bulles horizontales. La partie centrale est constituée par une masse gris jaunâtre dans laquelle les cristaux de fayalite en aiguilles sont généralement visibles. Dans la partie inférieure, la structure radiaire est bien développée, soulignée par la disposition des bulles et des grands cristaux aciculaires. La surface inférieure incorpore généralement de petits charbons de bois, plus rarement des grains silicatés ou des particules argileuses. Ces pièces reposent sur un lit de charbon plutôt que sur le fond du foyer lui-même.

La fayalite est le constituant minéral principal. Elle est accompagnée par la wüstite, en quantité moindre que dans les calottes SGD. La leucite est assez fréquente. Le fer métallique est rare et peu abondant.

Les teneurs en fer restent élevées mais le sont moins que dans les calottes SGD (50 à 60% FeOtot). Le rapport Si:Al est normal pour le site. CaO avoisine 3% à l'exception de l'échantillon MRS 370, atypique morphologiquement, qui en contient 14%. Un pyroxène calcique, sans doute l'hedenbergite, a été observé en lame mince.

Dans plusieurs pièces, on observe des aires globuleuses millimétriques ou centimétriques plus sombres dans la masse gris jaunâtre (Keesmann et Riekhoff-Pauli 1988). Les contours sont toujours arrondis, les bulles sont peu nombreuses, circulaires. Au microscope, on observe un développement particulièrement dense des oxydes de fer. Ces traces sont parfois interprétées comme des battitures tombées dans la scorie (pp. 165-168). Les scories de Marsens n'apportent guère d'arguments pour soutenir cette hypothèse. Dans un cas seulement, une inclusion de ce type apparaît anguleuse et aplatie (Ech. MRS 370). Du point de vue chimique, les calottes SJD sont intermédiaires entre les calottes SGD et les SAS.

Les scories en calotte composites

Plusieurs calottes de Marsens sont composites. La partie inférieure est proche, du point de vue macroscopique, minéralogique et chimique des calottes SGD. La partie supérieure est, en général, très proche des calottes SJD. Il semble s'agir de pièces doubles, présentant deux structures de refroidissement superposées. Elles témoignent donc de deux opérations successives dans le même foyer. Enfin quelques pièces possèdent des structures défiant toute description par leur complexité. Dans ces cas également, il est tentant de chercher une explication dans la négligence de l'artisan qui n'aurait pas nettoyé son foyer.

Les battitures

Dans la couche de terre noire située à proximité du grand foyer dans l'aire de travail principale, on peut observer une grande quantité de petites particules produites lors des opérations métallurgiques. A côté des fragments d'argile cuite et des petits fragments de scories, se trouvent de véritables battitures. Les plus nombreuses sont des battitures lamellaires, c'est-à-dire de petites plaques, fines comme des feuilles de papier, anguleuses, de quelques millimètres de long. Elles sont fortement magnétiques. Elles sont comparables aux battitures décrites dans la bibliographie (McDonnel 1986). On trouve également des battitures sphériques: petites billes, elles aussi magnétiques. Le diamètre est millimétrique. Ces produits sont également décrits comme résultant du martelage. Ces matériaux n'ont pas encore été analysés ni étudiés plus en détail.

Les analyses chimiques des scories de Marsens

Les 32 analyses faites sur des scories provenant de Marsens permettent d'esquisser une véritable réflexion sur les scories post-réduction. Dans une certaine mesure, elles éclairent les résultats, beaucoup plus disparates, des autres sites (Avenches, Vidy, etc).

L'ensemble des échantillons analysés provient du même secteur. Tout porte à croire que ce sont les résidus du même atelier. Archéologiquement, il s'agit d'un groupe cohérent.

Principaux caractères chimiques

Le rapport Si:Al est pratiquement constant pour tous les matériaux étudiés. Il est le même dans les SAS, qui dérivent des parois de foyer, que dans les scories métallurgiques (fig. 200). Les éléments mineurs et traces lithophiles et intermédiaires sont enrichis systématiquement dans les SAS et appauvris dans les calottes SGD. Les sidérophiles ont le comportement inverse (fig. 201).

enrichissement dans les SAS	SiO_2, Al_2O_3
	TiO_2, MgO, Na_2O, K_2O, Zr, Y, (Sr), Rb, Ba, (V), Cr
enrichissement dans les calottes SGD et SGC	FeOtot
	As, Cu, Ni, Co
stable	P_2O_5, MnO, Zn
incohérent	CaO
non significatif	Pb, Sn, Sb, Ag

Fig. 201. Comportement des éléments mineurs et traces dans les matériaux scorifiées de Marsens, En Barras.

Le calcium se comporte différemment. La gamme des teneurs est très étendue. Les calottes SGD sont plutôt pauvres, mais pas toujours, les SAS et les calottes SJD présentent la même gamme. Le Sr a plus ou moins le même comportement que le Ca.

Les calottes sont toujours très riches en fer (fig. 199). Si l'on considère le FeOtot, on atteint dans certains cas plus de 75%. Le fer métallique est bien visible, en particulier dans les calottes SGD et SGC. Les teneurs élevées en Fe_2O_3 s'expliquent essentiellement par une forte oxydation postérieure à la formation. Celle-ci est bien visible en lame mince (développement d'hydroxydes dans les pores). Ces scories contenant toujours beaucoup de minéraux instables, wüstite et fer métallique, cela s'explique aisément.

La formation des scories en calotte

Le site de Marsens ne livre aucun argument archéologique pour soutenir l'hypothèse que ces scories pourraient résulter de la réduction d'un minerai de fer. Il n'y a pas de formation géologique susceptible de fournir du minerai dans les environs. Aucun fragment de minerai n'a été trouvé sur place. Il n'y a pas de vestige de bas fourneau. Les quantités de scories, quelques tonnes, restent faibles, etc.

Le seul argument intrinsèque fourni par les scories est la très forte teneur en fer des calottes. Si elles résultent de la réduction d'un minerai, celui-ci devait être extrêmement riche (77% Fe, 8,75% Si et 1,25% Al, soit 86% Fe_2O_3, 12,5%

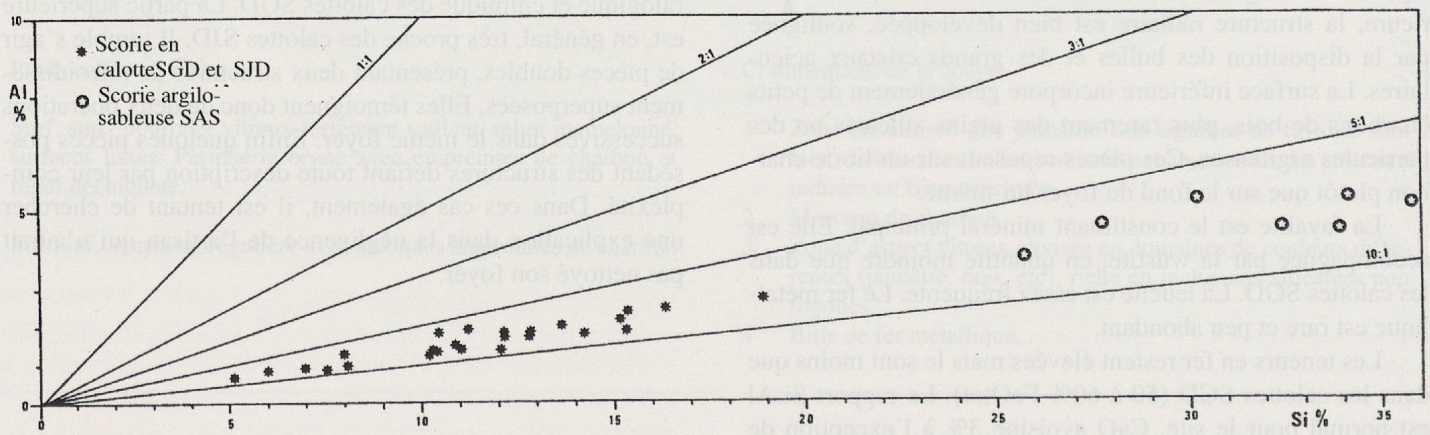


Fig. 200. Rapport Si:Al des matériaux scorifiés de Marsens.

SiO_2 et 1,5% Al). Même dans ce cas, la production n'aurait été que très limitée (récupération de 10-20% du fer pour des quantités de minerai ne dépassant pas 2-3 kg, soit 20 à 90 gr de métal pour les plus grosses calottes!). Ce n'est que dans le cas d'un minerai proche de 100% Fe_2O_3 et s'il n'y a que peu de contamination par la paroi que l'on peut calculer une production notable. Cette hypothèse est farfelue. En fait, pour tous les minerais potentiels de Suisse, il serait possible de démontrer par le calcul que ces calottes ne peuvent pas résulter de la réduction (p. 17). On est donc amené à conclure par défaut que les calottes sont les résidus de travaux post-réduction. Les vestiges archéologiques, le contexte général et les parallèles de la bibliographie ne contredisent pas cette idée.

Les scories de Marsens apportent quelques éléments concernant la distinction entre les différentes étapes de travail post-réduction: forge ou raffinage.

Au cours des travaux post-réduction, la scorie en calotte se forme par accumulation au fond du foyer, sous l'arrivée d'air. Divers facteurs contribuent à sa formation (p. 49).

Dans le cas du raffinage de l'éponge de fer, ces facteurs sont: les cendres de charbon, les parois du foyer, la scorie de réduction présente dans l'éponge et refondue, les morceaux de métal de l'éponge. Des battitures peuvent également se former lors des phases de martelage et tomber dans le foyer par la suite. De même, l'utilisation d'un décapant à ce stade du travail n'est pas exclue.

Lors du forgeage proprement dit, l'apport de scorie de réduction refondue est très minime. Le décapant peut jouer un rôle plus important. Les battitures sont peut-être plus abondantes mais il faut rappeler que ces résidus se forment sur l'enclume et non dans le foyer. Les autres contributions sont, a priori, comparables (Mc Donnel 1991).

Dans le cas des scories de Marsens, le point essentiel est que les calottes présentent le même rapport Si:Al que les SAS. Ce point est un sérieux argument pour indiquer que la contribution principale en Si et en Al est due à la paroi du foyer. La nature et la position du bourrelet siliceux que l'on observe sur les calottes SJD en apportent une confirmation.

On constate que des corrélations relativement bonnes existent entre les principaux éléments lithophiles et intermédiaires avec la silice (fig. 201). Pour ces éléments, la source principale est toujours la paroi. Le calcium et dans une moindre mesure, le strontium, indiquent une contribution des cendres de charbon de bois.

Par contre, pour les éléments sidérophiles, on constate un enrichissement notable dans les scories. Ceci ne peut s'expliquer que si ces éléments sont amenés par la matière première, à savoir le fer. C'est clairement le cas pour Ni, Co et Cu.

Pour Pb et Zn, les faibles teneurs ne doivent pas surprendre. Lors de la réduction, ils ont été volatilisés ou liquéfiés et ne sont pas entrés en alliage dans la masse métallique. Comme ils sont pratiquement absents dans les parois du foyer, les teneurs dans les calottes ne sont pas significatives.

Ces trois facteurs, paroi du foyer, cendres et métal, suffisent à expliquer les compositions mesurées. On ne trouve pas trace d'un apport dû à la scorie de réduction refondue.

Cette contribution devrait s'exprimer par la présence des éléments intermédiaires dans les calottes. En général et à Marsens en particulier, Mn, P, V et Cr sont peu abondants dans les matériaux argilo-sableux avec lesquels on construit les foyers. Par contre, ils sont fréquents dans les minerais de fer et en particulier dans le Sidérolithique (Mn, V et Cr) et les minerais oolithiques (P). Au cours de la réduction au bas fourneau, ils passent en majeure partie dans la scorie de réduction. Si celle-ci contribue de manière significative à la formation de calottes post-réduction, ces éléments devraient être présents (Eschenlohr et Serneels 1991, 113). De plus, il y a toutes les chances pour que le rapport Si:Al de la scorie de réduction ne soit pas identique à celui des parois de foyer. C'est en tout cas vrai pour les matériaux étudiés provenant du Salève, du Mormont, de Montcherand et de Boécourt. Si c'est bien le cas, le rapport Si:Al de la scorie post-réduction sera influencé. Il n'y a pas trace de cette contamination.

L'utilisation d'un décapant au cours du travail n'est pas non plus apparente. Son effet aurait également été de perturber le rapport Si:Al, sauf si, par hasard, le décapant a la même composition chimique que les parois du foyer. Un autre argument est plus fort: dans les calottes on observe la présence de morceaux de roches pluricentimétriques, en particulier dans le bourrelet vitreux supérieur. A cause de leur taille, ces éléments ne peuvent pas jouer le rôle physique de décapant; or ce sont eux qui fournissent à la scorie la silice et l'alumine.

Pour ces raisons, les scories de Marsens peuvent être interprétées comme résultant d'un travail de forge à proprement parler. Selon toute vraisemblance, c'est du fer presque pur qui était travaillé sur ce site et non pas des éponges brutes.

L'origine de la matière première

Les analyses de scories n'apportent que des éléments ténus sur ce point. La contribution de la scorie de réduction n'étant pas décelable, il n'est pas possible de la comparer avec les compositions de scories de réduction des autres régions étudiées.

Par contre, les analyses mettent clairement en évidence que le métal travaillé contenait des éléments d'alliage en petites quantités, en particulier Cu, Ni et Co. Malheureusement, les rapports entre ces éléments ne sont pas assez constants (fig. 202). Il n'est donc pas possible de fournir une approche quantitative des teneurs en éléments traces du métal. De plus, au cours de la réduction, ces éléments sont, en partie, fractionnés entre la scorie et le métal. On peut cependant souligner leur présence d'un point de vue qualitatif. Le minerai dont est issu le métal travaillé devait donc impérativement contenir ces éléments. Cela permet d'exclure la région du Salève où le Sidérolithique ne contient pas de Cu. Les autres minerais du Jura restent des sources possibles.

Les variations des teneurs et surtout des rapports entre Cu, Ni et Co pourraient s'expliquer simplement par le fait que le métal travaillé ne provient pas d'une source unique.

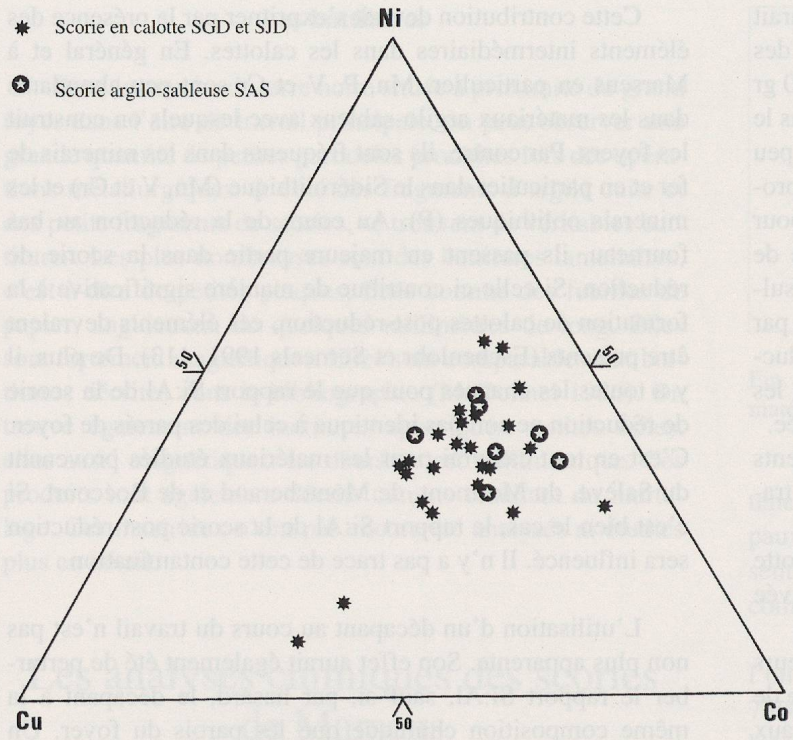


Fig. 202. Rapports entre Cu, Ni et Co dans les scories en forme de calotte de Marsens.

La métallurgie dans le vicus de Marsens

Les fouilles du vicus gallo-romain de Marsens ont permis de localiser les traces d'un atelier de forgeron. Les scories de cet atelier résultent du travail de forge proprement dit. C'est du fer épuré, en lingots probablement, qui était la matière première de l'artisan. Le métal est sans doute importé.

Le volume des déchets, 2 tonnes, est impressionnant. Il ne permet cependant pas de quantifier le travail effectué, le volume de résidus produit au cours du forgeage étant très variable en fonction de la nature exacte du travail accompli. De plus la durée et le rythme de l'activité de l'atelier ne sont pas connus. Le vicus est occupé pendant plus de 200 ans, mais on ignore la durée de vie de la forge. Par comparaison avec les volumes de résidus de forge que l'on trouve habituellement, il semble que l'on soit en présence d'un atelier important.

L'atelier est installé dans le village dont les habitants forment sans doute la base de la clientèle. Il est placé en bordure de la route romaine, ce qui laisse penser qu'une partie de l'activité de la forge était consacrée au service des voyageurs et à l'entretien des voitures. On peut encore penser que le travail artisanal, en particulier pendant l'hiver, a pu occuper une partie des habitants. Le petit nombre de structures liées à la métallurgie telles que foyers et aires de travail, semble indiquer que ce n'est pas l'activité principale des habitants. De plus, la matière première est importée et il est peu probable que la valeur ajoutée par le seul travail du métal soit suffisante pour rembourser les frais de transport, aller et retour. On peut, par contre, penser que la forge est complémentaire d'un autre artisanat, par exemple le travail du bois ou celui du cuir. Le forgeron produirait les charnières et les pièces métalliques utilisées ensuite pour l'assemblage ou la décoration. L'étude des objets en fer trouvés au cours des fouilles permettrait certainement de mieux définir la production. Elle apparaît donc très souhaitable.

Contrairement à ce que l'on constate à Vidy, Avenches ou Yverdon, les scories de Marsens ne contiennent jamais de grandes quantités de métaux de la métallurgie des alliages cuivreux (Pb, Zn, Cu, Sn, Sb). Ce fait pourrait être interprété en terme d'habitude de travail. Sur les autres sites mentionnés, l'activité métallurgique est variée et les artisans travaillent divers métaux. Outre les impuretés dans les scories, on rappellera la présence fréquente de scories de cuivre, fragments de creuset et gouttelettes de bronze sur ces sites. A Marsens, on aurait affaire à un forgeron au sens strict qui ne travaille que le fer. L'étude exhaustive du matériel métallurgique pourrait le confirmer.

La forge joue un rôle économique important dans ce vicus. Il est cependant probable qu'elle est le complément d'autres activités: agriculture, service aux voyageurs et éventuellement artisanat. L'étude des scories seules ne permet pas de conclure plus précisément.