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: Conclusion

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-836182

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 28.07.2025

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

CONCLUSION

L'étude des vestiges paléosidérurgiques doit être globale. Les échantillons isolés n'apportent que peu de renseignements. De même, une étude basée sur une seule approche atteint rapidement ses limites.

Les scories doivent être considérées comme des objets à part entière. La composition chimique, le contenu minéralogique et la texture microscopique, mais aussi la structure macroscopique et la forme générale ont un sens. A tous les niveaux, il y a des informations technologiques à tirer.

Plus que la présence de tel ou tel type de résidu métallurgique (scories et matériaux associés) sur une fouille, c'est l'association des différentes catégories qui est interprétable. C'est donc l'ensemble du matériel découvert qui doit être pris en compte. La quantification précise des diverses catégories est indispensable pour aborder les aspects économiques de l'industrie du fer.

Les résidus doivent être mis en relation avec les structures liées à l'activité métallurgique et, bien sûr, avec le contexte archéologique général. L'étude en laboratoire est d'autant plus riche que les données archéologiques sont abondantes et précises.

Les analyses sophistiquées, à elles seules, ne peuvent apporter de réponse à toutes les questions. Au contraire, une approche interdisciplinaire est indispensable. Ce ne peut être qu'un travail d'équipe associant des spécialistes des différentes sciences humaines et naturelles.

Cependant, l'étude au laboratoire des résidus métallurgiques et des débris associés, contribue de manière significative à la connaissance de la sidérurgie ancienne. Elle apporte des données technologiques. En particulier, les scories permettent d'identifier les différentes étapes de la chaîne opératoire: réduction, raffinage, forge. Le degré de perfectionnement technique et certaines pratiques telles que l'utilisation de fondant calcaire peuvent être décelées. Le calcul du volume de la production permet de replacer une industrie dans son contexte économique et de mesurer son impact sur l'environnement. A travers l'étude des déchets, c'est finalement l'organisation sociale de l'industrie du fer que l'on peut percevoir.

Notre travail aboutit à des propositions nouvelles de portée générale dans le domaine de l'interprétation des analyses chimiques. L'étude régionale renouvelle les connaissances sur la sidérurgie suisse, en particulier pendant l'époque romaine et le Haut Moyen Age.

Apports à l'étude des vestiges paléosidérurgiques

L'examen macroscopique de plusieurs milliers d'échantillons, provenant de nombreux sites archéologiques répartis sur un vaste territoire et un corpus de plus de 500 analyses de laboratoire permettent une première évaluation des résultats.

L'étude morphologique des différentes catégories de résidus, de leurs associations et de leurs liaisons avec des structures archéologiques, démontre l'existence d'une chaîne opératoire de la sidérurgie comportant plusieurs étapes dont les résidus sont différents. Les arguments morphologiques et ceux liés aux contextes archéologiques peuvent être confirmés au laboratoire. A l'aide des analyses, il est même possible d'aller au-delà.

S'il ne faut pas sous-estimer les problèmes pratiques d'analyse, liés à la nature des scories, il existe un large éventail de méthodes pour déterminer la nature physique et chimique des scories. Elles sont souvent complémentaires. La véritable question n'est donc pas de faire des analyses, mais de les interpréter. Les modèles établis de cette manière peuvent ensuite être vérifiés expérimentalement.

Les scories formées lors de la réduction ont une composition chimique qui témoigne essentiellement de la nature de la charge minérale du fourneau. Le minerai et sa gangue apportent la contribution majeure. Les rapports, par exemple Si:Al, entre les éléments non réductibles par le carbone aux

températures élevées, sont conservés. Une éventuelle modification est due à l'apport d'un autre composant (cendre de charbon, paroi fondue, fondant ou ajout volontaire).

La saturation en oxydes de fer donne une image du rendement du traitement et permet de déterminer si le minerai a été concentré après son abattage.

Après identification du minerai et des facteurs de contamination, il est possible de calculer un bilan chimique de l'opération de réduction (calcul du rendement et de la production unitaire). Si des données quantitatives sur les volumes de déchets sont disponibles, c'est la production globale de fer qu'il est possible de calculer. Par ce biais, on apporte des données quantitatives sur l'impact de la sidérurgie sur son environnement social et naturel (consommation de charbon, temps de travail, etc).

Les spectres des éléments mineurs et traces peuvent servir à l'identification à l'échelle régionale. Ce n'est que dans des cas spéciaux que l'on peut distinguer les ateliers au sein d'une même aire géographique. Il est cependant rare de trouver des scories de réduction ailleurs que sur un atelier où cette opération était pratiquée. Ce pourrait cependant être un moyen de déterminer l'origine des métaux contenant de grandes inclusions de scorie, par exemple les lingots bipyramidaux.

Les scories de raffinage du produit du bas fourneau présentent normalement des teneurs en fer et en éléments réductibles aux basses températures (Ni, Co, Cu) incompatibles avec les minerais. Par contre, comme la scorie de réduction contribue de manière assez importante à la formation des scories de raffinage, elles contiennent les éléments chimiques accompagnant les minerais mais difficilement réductibles (V, Mn, Cr, P). Ces éléments subissent un fractionnement au cours de la réduction ce qui rend délicat l'identification de la source de matière première. Pour cela, une large banque de données chimiques est nécessaire.

Les scories de forge ont pratiquement perdu tout héritage de la composition chimique du minerai. Par contre, grâce aux éléments facilement réductibles, il est possible de tracer le profil du métal utilisé ce qui peut contribuer à déterminer son origine. La variété de ces scories illustre probablement les très nombreux travaux pratiqués à la forge sans qu'il soit encore possible de les distinguer. Pour l'ensemble des résidus du travail post-réduction, des études minéralogiques détaillées devraient permettre des progrès.

Apports à l'histoire de la sidérurgie

Quelques scories de travail post-réduction, trouvées éparses et les maigres restes du fourneau 10 de Bellaires 1 VD, sont les seuls témoins sûrs de l'activité sidérurgique au cours de l'âge du Fer. A l'opposé, les objets en fer sont très nombreux et prestigieux (La Tène NE, Berne, Engehalbinsel BE). L'image de l'industrie sidérurgique pré-romaine reste donc incohérente, faute de découvertes.

Pour les 3 premiers siècles de notre ère, sous la domination romaine, la métallurgie extractive est assez mal connue. A Bellaires 1 VD et Prins-Bois 1 VD, quelques vestiges datent du Haut Empire. Les indications de Quiquerez incitent à penser que des ateliers existent dans le Jura central. Pour les autres régions, les preuves archéologiques manquent (Salève, Fricktal AG, Schaffhouse, Gonzen SG, Mont Chemin VS). A l'opposé, les scories post-réduction sont partout présentes. Tous les habitats groupés, villes et villages, ainsi que bon nombre d'établissements ruraux, en livrent. Sans conteste, la forge est un élément de la vie quotidienne. Quelques armes, de nombreux outils et surtout d'innombrables clous, en témoignent.

Les ateliers de réduction connus sont situés à proximité des gisements de minerai. Ils sont situés à l'extérieur des zones habitées (exception : Laufon BE). Au contraire, les forges romaines sont liées aux habitats, aussi bien dans les zones métallifères qu'ailleurs. L'étape technique intermédiaire, celle du raffinage, n'est pas clairement identifiée dans les cas étudiés.

Les produits de l'industrie extractive de la chaîne du Jura approvisionnent certainement les forges du Plateau en matière première. Le fer voyage sous forme de lingots épurés et il est probable que les éponges brutes circulent également. Le déséquilibre entre les très nombreuses forges et les rares ateliers de réduction est patent. Il est peu probable que l'ensemble du fer utilisé soit d'origine locale. Dans d'autres régions de l'Empire romain, la production de fer se fait à une échelle sans commune mesure avec les petits districts du Salève et du Mormont (Mangin 1992, 217-245). Cette production devait être exportée. Il reste possible que les ateliers de réduction des environs de Delémont JU aient eu une capacité de production suffisante pour approvisionner l'ensemble de la Suisse, encore faudrait-il évaluer précisément celle-ci et surtout la dater.

La grande majorité des fourneaux datés du Jura vaudois sont postérieurs aux grandes invasions de 256 ap. J.-C. Plus de la moitié se placent entre le VIe et le VIIIe siècle. Il y a quelques arguments technologiques en faveur d'une production contemporaine sur le Salève. Dans les autres régions de Suisse, la métallurgie extractive du Haut Moyen Age est attestée (Boécourt JU; Liestal BL; Fricktal AG; Merishausen SH; Heiligkreuz SG).

Plusieurs sites défensifs de la fin de l'époque romaine ont livré des vestiges de travail post-réduction (Baulmes VD; Wittnauer Horn AG). Quelques forges du Haut Moyen Age sont connues (Sézegnin GE; Le Landeron NE; Liestal BL). Les tombes de cette période livrent des quantités impressionnantes d'objets en fer, surtout des armes, parfois de très grande qualité.

Dans toute la Suisse, le Haut Moyen Age est une période de développement important de l'industrie extractive. Dans le Jura vaudois, la région la mieux connue, le mouvement s'amorce dès le IVe siècle.

Parallèlement, la nature des scories ainsi que l'architecture et la conduite des bas fourneaux indiquent une grande maîtrise technique. Les minerais, relativement pauvres, sont utilisés d'une manière optimale, tant du point de vue du ren-

dement que de la production. Le rôle des fondants calcaires semble avoir été découvert. Ces progrès se fondent sur une tradition artisanale locale plus que sur une influence extérieure.

Si les données archéologiques mettent bien en relief cet accroissement considérable de la production primaire, les connaissances actuelles sur l'organisation de la chaîne opératoire restent insuffisantes. Faute de connaître les habitats de cette période, il n'est pas possible de bien situer les activités post-réduction. Le développement de la sidérurgie extractive semble aller de pair avec celui des techniques de forge dont témoigne la qualité des armes mérovingiennes.

Ce phénomène de grande ampleur reflète les bouleversements qui affectent l'ensemble de la société à la fin de l'Antiquité. Certes, la rupture des communications internationales a certainement stimulé la production locale confrontée à une demande accrue mais on constate aussi un progrès qualitatif. Sur le plan de la sidérurgie, cette période est loin de marquer une régression. Elle illustre au contraire le sommet de l'art.

Les bas fourneau du Jura vaudois peuvent fabriquer de la fonte mais celle-ci est considérée comme un déchet. La révolution technique de la méthode indirecte n'interviendra qu'au moment où les sidérurgistes seront capables de tirer parti de cet alliage en l'affinant.