

Économie du fer et techniques au Moyen Âge en Lorraine à travers le prisme de l'archéologie et de l'analyse des matériaux

Alexandre Disser
LAPA-IRAMAT, CNRS UMR5060

La cité de Metz s'est développée dans un territoire dont le sous-sol est riche en ressources ferrifères. La production métallurgique a de fait joué un rôle économique qui n'a cessé de s'affirmer tout au long du Moyen Âge au sein de l'espace lorrain [1, 2]. Une récente campagne de restauration a permis l'accès à la totalité de la tour de Mutte, le beffroi municipal de Metz, offrant ainsi l'occasion d'étudier la circulation des produits métalliques au sein de cet espace à la fin du Moyen Âge.

A l'occasion de la restauration, plusieurs centaines d'éléments métalliques, renforts ferreux et scellements de plomb, ont été relevés, déposés et étudiés. Les caractéristiques morphologiques et « techniques » de plus de 400 renforts ferreux ont été décrites. A ceci s'ajoute la caractérisation chimique de 43 agrafes de fer, ainsi que de près de 300 scellements de plomb. L'analyse des données collectées a contribué à préciser tant l'histoire du bâtiment que les structures économiques liées à la métallurgie du fer [3].

L'édifice original a connu de nombreuses dégradations ayant conduit à de multiples restaurations au fil des siècles. Les matériaux métalliques ont conservé en partie la mémoire de ces interventions successives, et aident à mieux appréhender leurs contributions respectives à l'édifice actuel [4]. Une étude combinée des scellements de plomb et des agrafes en alliages ferreux a permis d'appréhender certaines pratiques adoptées par les artisans de ces restaurations.

Les matériaux de construction de la tour de Mutte ne témoignent pas seulement de son histoire propre ; ils livrent également de précieuses informations sur l'intégration de la cité messine dans les structures de production et d'échange de métaux à la fin du Moyen Âge [5]. En outre, la phase finale de construction de l'édifice (1478-1483) offre un éclairage particulier sur la place occupée par les produits d'une innovation technique, le procédé indirect, sur les marchés du fer.

[1] LEROY Marc, MERLUZZO Paul, LE CARLIER Cécile, *Archéologie du fer en Lorraine. Minette et production du fer en bas fourneaux dans l'Antiquité et au Moyen Âge*, Fensch Vallée Ed., Knutange, 2015, 372 p.

[2] Horikoshi Koichi, *L'industrie du fer en Lorraine, XII^e - XVII^e siècles*, Ed. Dominique Guénot, Langres, 2007, 515 p.

[3] DISSER Alexandre, LEROY Marc, DILLMANN Philippe, L'HÉRITIER Maxime, MERLUZZO Paul, « La Mutte, le fer et la minette. Recherches sur l'origine des renforts métalliques utilisés dans la construction de la tour de Mutte de la cathédrale Saint-Étienne de Metz », *Annales de l'est*, Nancy, à paraître.

[4] L'HÉRITIER Maxime, ARLES Adrien, DISSER Alexandre, GRATUZE Bernard, « Lead it be ! Identifying the construction phases of gothic cathedrals using lead analysis by LA-ICP-MS », *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6, p. 252-265.

[5] DISSER Alexandre, DILLMANN Philippe, LEROY Marc, L'HÉRITIER Maxime, BAUVAIS Sylvain, FLUZIN Philippe, « Iron supply for the building of Metz cathedral : new methodological development for provenance studies and historical considerations », *Archaeometry*, 60 (2), p. 290-307.



Agrafes de fer scellées au plomb renforçant la structure de la tour de Mutte de la cathédrale de Metz

Évolution des appareils de production du fer : l'exemple pyrénéen de Castel-Minier (fin XIII^e- mi-XVI^e s.)

Florian Téreygeol

LAPA-IRAMAT, NIMBE, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, DYPAC UVSQ

Dans la vicomté de Couserans, en Comminges, l'exploitation des gisements argentifères du Puech de Gouaf (Commune d'Aulus-les-Bains, Ariège) conduit à la mise en place d'un véritable complexe métallurgique à Castel-Minier, actif de la fin du XIII^e siècle jusqu'à la fin du XV^e siècle. Profitant de la proximité de la célèbre mine de fer de Rancié *via* le système d'échange du minerai de fer du comté de Foix contre le droit à charbonnage dans la vicomté, les entrepreneurs de Castel-Minier diversifient très rapidement leur production en s'ouvrant à la sidérurgie. Mieux, le site poursuit son activité sidérurgique après l'arrêt de la production de l'argent à la fin du XV^e siècle. Ainsi durant près de 300 ans, les appareils de production du fer vont se succéder sur place donnant à voir l'évolution des techniques au cœur même de la zone d'influence de la mouline, appareil sidérurgique emblématique des Pyrénées ariégeoises. Les fouilles ont ainsi livré les témoignages d'une forge à bras du XIV^e siècle, d'une forge à eau avec une forge castrale du XV^e siècle et d'une mouline du XVI^e siècle. La qualité de conservation des vestiges permet de bien comprendre comment se font, dans une chronologie resserrée, les mutations et les évolutions techniques avec toujours pour objectif de produire du fer en réduction directe. En effet, les métallurgistes ont pris soin de changer de place à chaque modification lourde de leur appareil, préservant les ateliers antérieurs. Seules les forges établies sur le promontoire qui domine le site ont eu à souffrir lors de l'installation du castrum à la fin du XIV^e siècle et ne sont interprétables qu'au travers les scories et les chutes de fer. Ainsi nous sommes aujourd'hui à même de présenter l'évolution des techniques de production du fer au bas Moyen Âge dans l'espace ariégeois à l'aide d'un seul et même exemple.

Bibliographie

- BONNAMOUR (G.), FLORSCH (N.), TÉREYGEOL (F.), Les prospections des ferriers de Castel-Minier : approches interdisciplinaires, *ArchéoSciences, revue Archéométrie*, n°31, 2007, p. 37-44.
- DILLMANN (P.), TÉREYGEOL (F.), VERNA (C.), Premières analyses métallographiques des produits sidérurgiques trouvés sur le site médiéval de Castel-Minier (Aulus-les-Bains, 09), *Archéosciences Revue d'Archéométrie*, n°30, 2006, p. 7-14.
- FLORSCH (N.), LLUBES (M.), TÉREYGEOL (F.), ROBLET (P.), Quantification of slag heap volumes by using induced polarization. Application to Castel-Minier site, *Journal of Archaeological Science*, 38, (2011), p. 438-451.
- MEAUDRE (J.-C.), TÉREYGEOL (F.), Discovery of a set of copper tuyere imprints on the site of Castel-Minier, end 13th to mid-16th century AD (Ariège, France), *Historical Metallurgy*, vol. 52, part 1 for 2018, 2019, p. 33-37.
- TÉREYGEOL (F.), HECKES (J.), El vent de les manxes i el poder del mall : les eines hidràuliques de la « mouline » del jaciment arqueològic Castel-Minier (XVI^e s., França), in *Boscós de Ferro, Actes de les primeres jornades de recerca i desenvolupament de la vall ferrera*, Alins, 2012, p.51-63.
- VERNA (C.), Le temps des moulins, Fer, technique et société dans les Pyrénées centrales (XIII^e-XIV^e siècles), ed. Publications de la Sorbonne, 2001, 425 p.

Fer et plomb à Notre-Dame de Paris : les travaux en cours du Groupe de Travail « métal » du chantier scientifique CNRS/MCC

Maxime L'Héritier et les membres du GT Métal
Université Paris 8 – ArScAn - UMR7041

Le chantier de la cathédrale Notre-Dame de Paris crée un nouvel éclairage sur l'usage du fer et plomb dans l'édifice. Il invite à s'interroger sur l'évolution des pratiques liées à ces métaux au cours des siècles. Dans ce contexte, le GT Métal a réuni une équipe résolument interdisciplinaire d'une quinzaine de chercheurs (CNRS, LRMH, Universités, CEA), dont les spécialités vont de l'archéologie à la chimie analytique et environnementale.

D'une part, les travaux de restauration mettent au jour diverses armatures, chaînages et séries d'agrafes de fer jusqu'alors méconnus. Les étudier permettra d'appréhender leur rôle dans la structure de l'édifice, leur chronologie, mais aussi leur qualité et leur provenance. Ces connaissances éclaireront les choix des bâtisseurs et les circuits d'approvisionnements anciens, évalueront l'impact de l'incendie et les possibilités de emploi. A partir d'un inventaire méthodique, une sélection d'armatures fera l'objet d'analyses chimiques et métallographiques, d'essais mécaniques et de datation par le radiocarbone.

D'autre part, les recherches portent sur les différents usages du plomb (couverture, décor, scellements...) et sur les pratiques des artisans selon les époques. L'identification des différentes sources du plomb (minerais) et de son recyclage (la couverture a été refaite au XVIIIe et au XIXe s. en refondant les anciennes tables de plomb) sera conduite au moyen d'analyses élémentaires et isotopiques. La caractérisation de la signature isotopique du plomb de Notre-Dame permettra enfin de tracer son éventuelle contribution à la pollution de l'environnement.

Bibliographie

Ayrault, S., Roy-Barman, M., Le Cloarec, M.-F., Priadi, C.R., Bonté, P., Göpel, C., 2012. Lead contamination of the Seine River, France: Geochemical implications of a historical perspective. *Chemosphere* 87, 902–910.

Daussy, S.D., 2017. Mise en œuvre d'une toiture et idée d'architecture. Le cas de Notre-Dame de Paris, in: Masatsugu, N., Reveyron, N., Cluzel, J.-S. (éds.), *L'idée d'architecture médiévale au Japon et en Europe*. Bruxelles, 176–187.

Leroy, S., L'Héritier, M., Delqué-Kolic, E., Dumoulin, J.-P., Moreau, C., Dillmann, Ph., 2015. Consolidation or initial design? Radiocarbon dating of ancient iron alloys sheds light on the reinforcements of French Gothic Cathedrals. *Journal of Archaeological Science* 53, 190–201.

L'Héritier, M., Arles, A., Dissler, A., Gratuze, B., 2016. Lead it be! Identifying the construction phases of gothic cathedrals using lead analysis by LA-ICP-MS. *Journal of Archaeological Reports* 6, 252–265.

L'Héritier M., « Le fer et le plomb dans la construction monumentale au Moyen Âge, de l'étude des sources écrites à l'analyse de la matière. Bilan de 20 ans de recherches et perspectives », *Ædificare. Revue internationale d'histoire de la construction*, 2019-2, 6, p. 79-121.

L'Héritier M., Dillmann Ph., Guillot I., « Microstructural Characterization and Mechanical Properties of Iron Reinforcements in Buildings from the Mediaeval and Modern Periods in France », *International Journal of Architectural Heritage*, 2019, <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1563229>

Timbert, A. (éd.), 2009. *L'homme et la matière. L'emploi du plomb et du fer dans l'architecture gothique. Actes du Colloque, Noyon, 16-17 novembre 2006*. Paris.