

CUIVRES, BRONZES ET LAITONS MÉDIÉVAUX / MEDIEVAL COPPER, BRONZE AND BRASS

Histoire, archéologie et archéométrie des productions en laiton, bronze et autres alliages
à base de cuivre dans l'Europe médiévale (12^e-16^e siècles)

History, archaeology and archaeometry of the production of brass, bronze and other
copper alloy objects in medieval Europe (12th-16th centuries)

Sous la direction de Nicolas THOMAS & Pete DANDRIDGE

Études et Documents

Archéologie

39

Études et Documents

Archéologie

39



La série **ARCHÉOLOGIE** de la collection
ÉTUDES ET DOCUMENTS est une publication
de l'AWaP

Service public de Wallonie
Direction générale opérationnelle de l'aménagement du territoire, du
logement, du patrimoine et de l'énergie
Agence wallonne du Patrimoine (AWaP)
Rue des Brigades d'Irlande, 1
B-5100 Jambes

IMPRESSION, DIFFUSION ET VENTE

Service publications
Résidence du Grand Cortil
Place des Célestines, 21 (derrière l'hôtel Ibis)
B-5000 Namur
Tél. : +32 (0)81.230.703 ou +(0)81.654.154
Fax : +32 (0)81.231.890
publication@awap.be
www.awap.be
www.patrimoine-publications.be

n° vert de la Wallonie : 1718
www.wallonie.be

En cas de litige, Médiateur de Wallonie :
Marc Bertrand
Tél. : 0800.191.99 – le-mEDIATEUR.be

*Le texte engage la seule responsabilité des auteurs.
L'éditeur s'est efforcé de régler les droits relatifs
aux illustrations conformément aux prescriptions
légales. Les détenteurs de droits qui, malgré ses
recherches, n'auraient pu être retrouvés sont priés de
se faire connaître à l'éditeur.*

Tous droits réservés pour tous pays
Dépôt légal : D/2018/14.407/19
ISBN : 978-2-39038-016-0

ÉDITEUR RESPONSABLE

Jean PLUMIER,
Inspecteur général-expert

COORDINATION ÉDITORIALE

Liliane HENDERICKX

CONCEPTION GRAPHIQUE DE LA COLLECTION

Ken DETHIER

MISE EN PAGE

Fabien CORNÉLUSSE

IMPRIMERIE

Snel, Vottem

COUVERTURE

Filon de minerai de cuivre au toit d'une galerie de la mine médiévale
de Bouco-Payrol (Aveyron). Photographie : B. Léchelon.

Avertissement

Depuis le 1^{er} janvier 2018, le Département du patrimoine de la
Direction générale opérationnelle de l'aménagement du territoire,
du logement, du patrimoine et de l'énergie du Service public de
Wallonie, et l'Institut du Patrimoine wallon sont réunis au sein
de la nouvelle Agence wallonne du Patrimoine (AWaP).

CUIVRES, BRONZES ET LAITONS MÉDIÉVAUX / MEDIEVAL COPPER, BRONZE AND BRASS

Histoire, archéologie et archéométrie des productions en laiton, bronze et autres alliages
à base de cuivre dans l'Europe médiévale (12^e-16^e siècles)

History, archaeology and archaeometry of the production of brass, bronze and other
copper alloy objects in medieval Europe (12th-16th centuries)

Sous la direction de
Nicolas THOMAS & Pete DANDRIDGE

Actes du colloque de Dinant et Namur, 15-17 mai 2014 /
Proceedings of the symposium of Dinant and Namur, 15-17 May 2014

Colloque organisé par le Service public de Wallonie et l'Institut national de
recherches archéologiques préventives (Inrap)

Avec l'aide et le soutien :
de la Maison du patrimoine médiéval mosan, du Centre culturel régional
de Dinant, de la ville de Dinant, et de l'Institut européen du cuivre (Copper
alliance)

ÉTUDES ET DOCUMENTS

Archéologie 39
Namur, 2018

Service public de Wallonie
Direction générale opérationnelle de
l'aménagement du territoire, du logement, du
patrimoine et de l'énergie
Agence wallonne du Patrimoine

Institut national de recherches
archéologiques préventives (Inrap)



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



TABLE DES MATIÈRES**TABLE OF CONTENTS**

Préface / Foreword	13
--------------------	----

JEAN PLUMIER & DOMINIQUE GARCIA

Introduction aux productions en laiton, bronze et autres alliages à base de cuivre dans l'Europe médiévale (12 ^e -16 ^e siècles) / <i>Introduction to brass, bronze and other copper-based alloys in medieval Europe (12th-16thcenturies)</i>	17
--	----

NICOLAS THOMAS & PETE DANDRIDGE

PREMIÈRE PARTIE / PART ONE MATIÈRES PREMIÈRES ET APPROVISIONNEMENTS / RAW MATERIALS AND SUPPLIES	24
---	----

The Harz Mountains and some thoughts on the copper trade / <i>Le massif du Harz et quelques réflexions sur le commerce du cuivre</i>	25
---	----

BASTIAN ASMUS

Des maîtres du sous-sol aux argentiers : l'exploitation du minerai de cuivre du Midi de la France aux 12 ^e et 13 ^e siècles / <i>From landlords to argentariis: copper mining in southern France in the 12th and 13th centuries</i>	37
--	----

BERNARD LÉCHELON

L'exploitation du cuivre en Europe centrale et dans les Balkans et sa redistribution commerciale à travers les territoires croates aux 15 ^e et 16 ^e siècles / <i>Copper mining in Central Europe and the Balkans and its commercial redistribution across the Croatian territory during the 15th and 16th centuries</i>	51
---	----

SABINE FLORENCE FABIJANEC

A copper smelter in Norway from around 1300 AD: Archaeology and metallurgy, representing a four-step process / <i>Une fonderie de cuivre en Norvège vers 1300 apr. J.-C. Archéologie et métallurgie, représentation d'un procédé en quatre étapes</i>	65
---	----

ARNE ESPELUND

La peine emporte-t-elle le profit ? Économie de la production du laiton par cémentation au Moyen Âge / *Is the benefit worth the effort? The production of brass by cementation in the Middle Ages through an economic perspective* 71

NICOLAS THOMAS & DAVID BOURGARIT

Le combustible associé aux fosses de coulée de cloches médiévales : une archive des pratiques artisanales et de l'environnement. Quelques exemples de la région provençale / *Fuel for bell manufacturing in the Middle Ages: a record of technical aspect of casting and of the environment. Some examples in South-eastern France* 89

ISABELLE GILLOT, LISE DAMOTTE, MARC BOUIRON, YANN CODOU & CLAIRE DELHON

Saxons in Medieval Bosnia and their heritage / *Les Saxons en Bosnie au Moyen Âge et leur héritage* 97

IRFAN TESKEREDŽIĆ

**DEUXIÈME PARTIE / PART TWO
HOMMES ET ATELIERS / CRAFTSMEN AND WORKSHOPS** 104

Les métiers du cuivre à Paris vers 1300 : topographie et étude sociale / *The copper crafts in Paris around 1300: topography and social study* 105

CAROLINE BOURLET & NICOLAS THOMAS

Loin des grands centres de production, proche des usages... Un chaudronnier du 13^e siècle à Douai / *Far from big production centres, close to uses... A coppersmith in Douai in the 13th century* 115

LISE SAUSSUS & ÉTIENNE LOUIS

Des ateliers de dinandiers à Verdun du 12^e au 16^e siècle / *Brazier workshops in Verdun from the 12th until the 16th century* 123

LAURENT VERMARD & NICOLAS THOMAS

Copper alloy production in the ex *Laboratori Gentili* workshops in Chinzica, Pisa / *Production d'objets en alliages à base de cuivre dans les ateliers ex laboratori Gentili à Chinzica, à Pise* 129

FRANCESCO M.P. CARRERA

Copper artisans in Barcelona City (14th-16th centuries): Approached through written sources / *Les artisans du cuivre à Barcelone aux 14^e et 16^e siècles : une approche fondée sur les sources écrites* 141

LLUÍSA AMENÓS

Cannon foundry workshop in late medieval Buda (Hungary) at the turn of the 15th-16th centuries / *Une fonderie de canons dans la ville médiévale de Buda (Hongrie) entre le 15^e et le 16^e siècle* 155

KÁROLY BELÉNYESY

Les canonniers-fondeurs des ducs de Bourgogne. Recrutement, implantation et rapports au prince (v. 1450-1494) / *Gunners and gunfounders of the dukes of Burgundy. Recruitment, establishment, and commitment to the prince (v. 1450-1494)* 169

MICHAEL DEPRETER

Enrichissement et ascension sociale des familles de marchands batteurs à Dinant et à Bouvignes au 15^e siècle / *Accumulation of wealth and upward social mobility of merchant copper beater families in Dinant and Bouvignes in the 15th century* 181

PASCAL SAINT-AMAND

Les Censore : de Bologne à Rome, une dynastie de fondeurs aux 16^e et 17^e siècles / *The Censore : from Bologna to Rome, a 16th- and 17th- century founder dynasty* 191

EMMANUEL LAMOUCHE

TROISIÈME PARTIE / PART THREE TECHNIQUES / TECHNIQUES 204

The Hildesheim baptismal font: A window into Medieval workshop practices / *Les fonts baptismaux de Hildesheim : une fenêtre sur les pratiques des ateliers médiévaux* 205

PETE DANDRIDGE

Chemo-analytical research on objects from the Hildesheim cathedral treasury / *Étude physicochimique d'objets provenant du trésor de la cathédrale de Hildesheim* 219

DANIEL FELLINGER, DOROTHEE KEMPER, ROBERT LEHMANN & CARLA VOGT

La place des cloches dans les productions en alliages cuivreux : spécificités techniques à travers les vestiges archéologiques d'ateliers italiens / *The place of bells in copper alloy production: technical specificities through the examination of archaeological vestiges of Italian workshops* 227

ELISABETTA NERI & ENRICO GIANNICCHEDDA

Bell casting activity in medieval Leopoli-Cencelle (Italy): technological patterns and sociocultural implications / *La fonderie de cloches dans la ville médiévale de Leopoli-Cencelle, en Italie : modèles technologiques et implications socioculturelles* 239

MAINARDO GAUDENZI ASINELLI

Archéologie et archéométrie du *Bassinia*, la fontaine médiévale de Huy (Belgique, province de Liège) / *Archaeology and archaeometry of the Bassinia, the medieval fountain of Huy (Belgium, Province of Liège)* 249

NICOLAS THOMAS, CATHERINE PETERS, FRANÇOISE URBAN & DAVID BOURGARIT

Brass or bronze for Medieval harp strings? / *Laiton ou bronze, pour les cordes de harpe au Moyen Âge ?* 257

PAUL DOOLEY & PETER TIERNAN

Medieval and Renaissance Italian statuary copper alloys / *Alliages à base de cuivre de la statuaire italienne médiévale et de la Renaissance* 271

JEAN-MARIE WELTER

Copper alloy use in 16th-century Northern Italy associated with the workshop of Severo da Ravenna / *L'utilisation des alliages à base de cuivre au 16^e siècle dans le nord de l'Italie, associée à l'atelier de Severo da Ravenna* 285

DYLAN SMITH

The *lasagna* method for lost wax casting of large 16th-century bronzes: searching for the sources / *La variante lasagna à l'épargné de la fonte à la cire perdue des grands bronzes au 16^e siècle : à la recherche des origines* 297

MANON CASTELLE, DAVID BOURGARIT &
FRANCESCA G. BEWER

- Analysis of archaeometallurgical finds from a late to post-medieval foundry in Dubrovnik, Croatia / Analyse des découvertes archéométallurgiques dans une fonderie en activité à Dubrovnik, en Croatie, à la fin du Moyen Âge et au début de l'époque moderne** 309

CARLOTTA GARDNER, MARCOS MARTINÓN-TORRES, NIKOLINA TOPIĆ & ŽELJKO PEKOVIĆ

- QUATRIÈME PARTIE / PART FOUR
PRODUITS, COMMERCE ET ÉCHANGES /
PRODUCTS, TRADE AND EXCHANGES** 326

- Engraving examples for a right way life: the Romanesque bronze bowls in Vercelli / Trois bassins en bronze de style roman à Vercelli : différents exemples de gravures sur la vertu** 327

SILVIA FACCIN

- L'utilisation des alliages cuivreux dans les mécanismes de serrure et de cadenas entre le 8^e et le 16^e siècle / The use of copper alloys in locks and padlocks between the 9th and 16th centuries** 335

MATHIEU LINLAUD

- Les lutrins en laiton dits anglais. Approches technique et archivistique / Brass lecterns so-called English. Technical and archival approaches** 347

MONIQUE DE RUETTE

- Late medieval brass eagle lecterns: historical and geographical context / Aigle-lutrins en laiton de la fin du Moyen Âge : contexte historique et géographique** 357

CHRISTOPHER GREEN & RODERICK BUTLER

- Relief copper alloy tombs in medieval Europe: image, identity and reception / Les tombeaux de cuivre en relief dans l'Europe médiévale : image, identité et réception** 365

SOPHIE OOSTERWIJK & SALLY BADHAM

- Monumental dinanderie: Achievement and tradition of metal sculpture in the Low Countries in the late Gothic and Renaissance period / Dinanderie monumentale : réalisation et tradition de sculptures en métal aux Pays-Bas à la fin de l'ère gothique et à la Renaissance** 377

LISA WIERSMA

Brass in the Medieval Islamic World & contact with Europe / Le laiton dans le monde islamique médiéval et les contacts avec l'Europe 387

SUSAN LA NIECE

De métal et de terre : concurrence, emprunts et influences dans la vaisselle, du Moyen Âge à l'époque moderne, à partir d'exemples de la mer du Nord à la Méditerranée / Of metal and clay: competition, borrowings and influences in crockery, from the Middle Ages to the Modern Age, based on examples from the North Sea to the Mediterranean 395

SOPHIE CHALLE, FABIENNE RAVOIRE,
CATHERINE RICHARTÉ-MANFREDI & NICOLAS THOMAS

Adresses de contact des auteurs / Contact addresses of the authors 411

Comité scientifique du colloque et évaluateurs des articles / Scientific committee of the symposium and reviewers of the articles 416

PRÉFACE

FOREWORD

Du 15 au 17 mai 2014, s'est tenu à Dinant et à Namur le colloque international *Histoire, archéologie et archéométrie des productions en laiton, bronze et autres alliages à base de cuivre dans l'Europe médiévale (12^e-16^e siècles)*. Ces journées font partie d'un programme de recherches autour des productions en alliage à base de cuivre de la vallée de la Meuse mené conjointement par le Service Public de Wallonie, (Belgique) et l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap, France).

Ce partenariat réunissant les deux principaux acteurs de la recherche archéologique des deux côtés de la frontière a également abouti à la présentation au grand public d'une exposition *L'or des dinandiers : Fondeurs et batteurs mosans au Moyen Âge*, à la Maison du patrimoine médiéval mosan, entre les mois de mars et novembre de la même année. Cette année 2014 fut également l'Année de l'archéologie en Wallonie « Archéo 2014 », célébrant les 25 ans de régionalisation de la compétence archéologique en Belgique. C'est dans ce programme de festivités que le colloque et l'exposition ont pris naturellement place, offrant à un large public les résultats des recherches entreprises. On ne peut que se réjouir aujourd'hui que les Actes de ce colloque paraissent dans la foulée de la restructuration de l'Administration wallonne en charge du Patrimoine. En effet, dans les missions de la nouvelle Agence wallonne du Patrimoine sont maintenus les volets « études, recherches et publications » aux côtés des missions régaliennes et opérationnelles menées antérieurement par le Département du Patrimoine du SPW et l'Institut du Patrimoine wallon.

Le travail du cuivre et de ses alliages pourrait paraître un sujet extrêmement pointu, d'autant plus pour la période restreinte entre les 12^e et 16^e siècles, limites chronologiques données par le colloque. Et pourtant, cette manifestation a réuni pendant trois jours plus d'une centaine

During 15-17 May, 2014, the international symposium *History, Archeology and Archeometry of Brass, Bronze and Other Copper-Based Alloys in Medieval Europe (12th-16th centuries)* was held in Dinant and Namur. The meeting was part of a research program focused on the copper-based alloy productions of the Meuse Valley jointly conducted by the Public Service of Wallonia (Belgium) and the National Institute for Preventive Archaeological Research (Inrap, France).

The partnership, which brings together the two main archaeological research communities on either side of the border, was responsible as well for the exhibition, *L'or des dinandiers: Fondeurs et batteurs mosans au Moyen Âge*, which was intended for the general public and installed at the Mosan Medieval Heritage Centre between March and November of 2014. 2014 was also the "Year of Archaeology" in Wallonia (Archéo 2014), celebrating the 25th anniversary of the regionalization of archaeology in Belgium. It was within this program of festivities that the symposium and the exhibition naturally took place serving to present the results of their research to a wider audience. We are now delighted that the proceedings of this symposium are being published following the restructuring of Wallonia's heritage authorities. Indeed, it is the mission of the new Wallonia Heritage Agency (AWaP) to sustain a program of study, research and publications, while continuing to be responsible for the governance and operational duties previously performed by the Heritage Department of the SPW and the Wallonia Heritage Institute.

An investigation of copper and its alloys might seem a highly specific subject, especially when restricted to the period between the 12th and 16th centuries, the chronological limit set for the symposium. And yet, this event gathered together for three days over a hundred participants from across Europe,

de participants venus des quatre coins de l'Europe, et même d'autres continents, invités à partager leurs travaux les plus récents à travers une soixantaine de communications dont trente-quatre sont réunies dans le présent ouvrage.

Les contributions rassemblées autour du cuivre, sous la forme de matière première ou d'objets constituant une part importante de la culture matérielle de la période, mettent en évidence de nombreux angles d'approche, variés et complémentaires. La diversité des chercheurs concernés (archéologues, historiens, historiens de l'art, métallurgistes, restaurateurs et chimistes) ont permis de confronter les nombreuses sources et les multiples méthodes dans un objectif partagé, démontrant une fois encore l'intérêt d'une approche interdisciplinaire et la nécessité d'un dialogue permanent entre experts d'horizons différents.

Dans la préface de ce recueil, nous tenons à remercier tous les chercheurs qui ont accepté de partager leurs recherches, la « Cellule Events » de la DGO4 qui a pris en charge l'organisation opérationnelle et logistique de la manifestation, mais aussi Nicolas Thomas et Pete Dandridge pour avoir réuni ces travaux jusqu'à la publication de ce livre. La Maison du patrimoine médiéval mosan, en particulier Claire-Marie Vandermensbrugghe, sa directrice, et le Centre culturel régional de Dinant, la ville de Dinant et l'Institut européen du cuivre ont apporté leur aide logistique et financière dans le cadre de l'organisation du colloque.

Enfin, puisse cette publication augurer d'un développement des liens de coopération entre nos deux institutions, l'AWaP et l'Inrap, qui, outre le fait qu'elles relèvent toutes deux du Service public, ont des intérêts communs évidents à partager leurs compétences et savoir-faire, tant dans l'acquisition des données que dans leur exploitation et leur restitution.

Nous n'oubliions pas que ces perspectives organisées au plus haut niveau de nos institutions passent par des liens humains forts de respect, de confiance, voire d'amitié parfois,

et even other continents, to share their most recent work in sixty presentations of which thirty-four are in this book.

The contributions in this compilation all address the subject of copper, as a raw material or in the form of objects representing an important part of the material culture of the period, and highlight the many varied and complementary approaches taken to its study. The diversity of the researchers involved (archaeologists, historians, art historians, metallurgists, conservators, and chemists) enabled them to exchange their varied sources and methodologies toward a common goal, demonstrating once again the value of an interdisciplinary approach and the need for ongoing dialogue between experts from different backgrounds.

In the preface to this collection of papers, we would like to thank all the researchers who have been kind enough to share their research, the Events Department of DG04 which was responsible for the organization and logistics associated with the event, and also Nicolas Thomas and Pete Dandridge for compiling these works and preparing them for publication in this book. The Mosan Medieval Heritage Centre, particularly its manager Claire-Marie Vandermensbrugghe, and the Regional Cultural Centre in Dinant, the Dinant City Council and the European Copper Institute provided logistical and financial assistance during the organisation of the symposium.

Finally, we hope this publication augers well for the development of a close collaborative relationship between our two institutions, the AWaP and INRAP, which, in addition to both being public services, have an obvious common interest in sharing their skills and expertise both in the acquisition of data and in its exploitation and dissemination.

We are well aware that these possibilities, organised at the highest levels of our institutions, create strong relationships based on respect, trust, and sometimes friendship,

entre des femmes et des hommes qui unissent leur passion pour la recherche et s'épanouissent dans leur travail dans l'intérêt général.

JEAN PLUMIER
INSPECTEUR GÉNÉRAL-EXPERT DE L' AWAP
GENERAL INSPECTOR WALLONIA HERITAGE AGENCY
NAMUR, BELGIQUE

between men and women, who share their passion for research and thrive in the work they undertake in the publics' interest.

Dominique Garcia
PRÉSIDENT EXÉCUTIF DE L' INRAP
EXECUTIVE PRESIDENT OF INRAP
PARIS, FRANCE

INTRODUCTION AUX PRODUCTIONS EN LAITON, BRONZE ET AUTRES ALLIAGES À BASE DE CUIVRE DANS L'EUROPE MÉDIÉVALE (12^E-16^E SIÈCLES)

INTRODUCTION TO BRASS, BRONZE AND OTHER COPPER- BASED ALLOYS IN MEDIEVAL EUROPE (12TH-16TH CENTURIES)

NICOLAS THOMAS & PETE DANDRIDGE

Aujourd'hui, il est bien difficile de poser un regard sur notre monde sans y déceler la présence, cachée ou non, du cuivre ou d'un de ses alliages. Ce métal est littéralement partout : dans tous les circuits électriques, les canalisations de nos maisons, dans nos voitures, trains, avions... Ce ne sont là que quelques exemples. Au Moyen Âge, le cuivre et ses alliages semblent afficher une présence plus discrète. Le métal le plus répandu est le fer qui constitue l'essentiel des métaux transformés, produits et consommés dans les villes comme dans les campagnes. Toutefois, entre les 12^e et 16^e siècles, la place du cuivre dans l'Europe médiévale n'en est pas moins remarquable : de Salerne à Londres, de Novgorod à Paris, il est présent sur tous les costumes sous forme de paillettes, de clous décoratifs, de boucles de ceinture et autres accessoires du costume. Il s'introduit progressivement dans toutes les cuisines comme pots à cuire, chaudrons ou poêles, dans les maisons plus ou moins cossues, même dans celles de la classe laborieuse. On le trouve sur la table quand il est chandelier, aiguière ou encore bassin pour se laver les mains. Les inventaires après décès et les testaments en témoignent.

Nombre de petits objets comme ceux de moyennes dimensions, de quelques grammes à quelques kilogrammes, sont des productions de masse réalisées en série, exportées sur de longues distances et participant à l'économie globale de l'Occident tout en formant un horizon culturel commun. Difficile de trouver une fouille archéologique sans plusieurs boucles de ceinture trouvées dans les niveaux du Bas Moyen Âge, un péage où les articles de batterie ne font pas l'objet de taxation, une foire où l'on ne voit un étal de vaisselle de cuivre. À Paris même, aux Champeaux, les chaudronniers disposent

Today, it is very difficult to look at our world without discovering the presence, hidden or not, of copper or one of its alloys. Copper is literally everywhere. For example, it can be found in all electrical circuits, in the pipes of our houses, and in our cars, trains, and planes. In the Middle Ages, copper and its alloys seem to have had a more discreet presence. The most widespread metal was iron, which constituted the bulk of the metals processed, produced and consumed in medieval cities as well as in the countryside. However, between the 12th and 16th centuries in medieval Europe, the status of copper and its alloys was no less remarkable: from Salerno to London, from Novgorod to Paris, it was present on all clothing as pins, mounts, belt buckles and other dress accessories. It was gradually introduced into every kitchen, in the houses of the wealthier classes as well as in those of the working class, in the form of cooking pots, cauldrons and pans, and it found its way onto dining tables as candlesticks, ewers, or basins for washing hands. Wills and probate inventories bear witness to these multiple object types.

Many small to medium sized objects, from a few grams to a few kilograms, were mass produced in series and exported over long distances as part of the global economy of the West contributing to the formation of a common cultural perspective. For the late Middle Ages, it is difficult to find an archaeological excavation that does not contain several belt buckles, a tax roll in which *dinanderie* is not listed, or a record of a fair without a stall of copperware. In Paris, in the Champeaux area, boilermakers had a covered market along the Rue de la Ferronnerie from the end of the 13th century on. For their trade in England,

d'une halle le long de la rue de la Ferronnerie dès la fin du 13^e siècle. Pour leur commerce en Angleterre, les Dinantais, considérés comme marchands de la Hanse teutonique, possèdent là leur entrepôt au bord de la Tamise, sur les quais de Londres.

À ces productions s'opposent d'autres aux caractéristiques non moins spectaculaires : le métal devient ostentatoire. Dans les églises, les bénitiers, crosses, croix, chandeliers, lutrins, fonts baptismaux, encensoirs, ciboires mais aussi portes, colonnes, lames funéraires ou encore cloches donnent à voir ou à entendre. Au sommet des beffrois, cloches et carillons participent aussi à renforcer le prestige des villes les plus opulentes. Le cuivre brille sur les toits, comme couverture ou, plus modestement, comme girouette des édifices civils ou aristocratiques. À Goslar, à Pérouse ou encore à Huy, le cuivre se métamorphose en fontaines, à Rome ou ailleurs en statues... Ces utilisations, qu'elles soient plus ou moins répandues ou exceptionnelles, ont un point commun : ce sont des productions sur commande. Même si l'on peut percevoir ici et là des indices de série, le plus souvent, ces œuvres sont l'aboutissement d'un lien direct entre un commanditaire, ecclésiastique, aristocratique, ou la ville elle-même, et un fabricant.

On trouve aussi le cuivre et ses alliages dans nombre d'artisanats et d'activités particulières : chaudières pour les brasseurs, les teinturiers et les étuves, mesures et balances pour le commerce des denrées vendues au poids ou en volume, mortiers et alambics chez l'apothicaire, sous forme de fil pour les formes à papier ou dans les instruments de musique... Moins pacifique, et requérant des quantités de métal toujours croissantes entre le milieu du 14^e et le 15^e siècle, le cuivre allié à l'étain se fait canon, bombarde, couleuvrine, fauconneau...

Les emplois très diversifiés du cuivre, allié à l'étain, au zinc et au plomb, dans des proportions variables, sont d'abord dus aux propriétés physiques et mécaniques de ces multiples alliages. Ils possèdent une excellente conductibilité thermique, appréciée pour les chaudrons, poêles et chaudières, mais aussi une résistance à la

the Dinant merchants, treated as part of the Hanseatic League, possessed their own warehouse on a London quay on the banks of the Thames.

Apart from these utilitarian products, there were others that were no less spectacular; indeed, the metal came to serve ostentatious purposes. Copper alloy stoups, croziers, crosses, candlesticks, lecterns, baptismal fonts, censers, and ciboria were introduced into churches along with doors, columns, funerary effigies and bells. These objects were intended to be seen as well as heard. From the top of the belfries, bells and carillons also helped to announce the prestige of the most opulent cities. Copper shone on the roofs, as a covering layer or, more modestly, as a weather vane for civic or aristocratic buildings. In Goslar, Perugia and Huy, copper was transformed into fountains or, in Rome and elsewhere, into statues. All of these forms of copper had one thing in common, whether or not they were generic or unique: they were all made to order. Even if one can find evidence for occasional series production, most often, these works resulted from a direct link between a sponsor—ecclesiastical, aristocratic, or the city itself—and a manufacturer.

Copper and its alloys were also utilized in many craft and specialist activities: boilers for brewers, dyers and public baths; measures and scales for the sale of food sold by weight or volume; mortars and alembics for the apothecary; wires for deckles used in paper making or for musical instruments. Serving less peaceful purposes was the ever increasing amount of copper alloyed with tin that was used between the middle of the 14th and the 15th century for the manufacture of cannons, mortars, culverins, and falconets.

The very diverse uses of copper, often alloyed with tin, zinc and lead in varying proportions, are due to the physical and mechanical properties of its multiple alloys. Their excellent thermal conductivity is advantageous for use in pots, pans and boilers while also being highly resistant to corrosion. The colour range is extensive: red to pink and yellow for brasses with the variation

corrosion. La gamme de couleur de ces alliages est étendue : du rouge au rose et jusqu'au jaune plus ou moins soutenu en fonction de la teneur en zinc pour les laitons. Cet éclat proche de l'or a rendu ces laitons très attractifs pour la parure, pour le mobilier de la maison, celui dont on fait étalage, ou encore pour de plus grandes œuvres décoratives. Le cuivre peut aussi être doré pour afficher une surface plus opulente. L'attrait est également à chercher dans les propriétés mécaniques comme la résistance au choc : un chaudron de bronze est autrement plus robuste que son homologue en terre cuite. Les techniques de mise en forme sont variées, notamment par déformation plastique. Le cuivre est malléable et ductile, certains de ses alliages également. La plupart de ces matériaux peuvent être travaillés à froid, par martelage ou étirage pour les mettre en feuille ou en fil. Ils possèdent la faculté d'être mis en œuvre par fonderie, par coulage dans des moules. En plus du polissage donnant de la brillance, ces alliages sont usinables : ils peuvent subir des enlèvements de matière par ciselage, ou encore par alésage, par exemple pour les canons, les pièces d'horlogerie ou les instruments scientifiques. Le bronze, avec une concentration en étain autour de 20 %, sonne de façon remarquable, ce qui en fait le matériau incontournable pour les cloches ou les cymbales. Enfin, le cuivre et ses alliages sont facilement recyclables par fonderie. Toutes ces propriétés ont été exploitées au Moyen Âge.

Du fait de ses propriétés physico-chimiques, le cuivre est un métal demi noble, intermédiaire entre le fer et les métaux précieux. Il bénéficie d'une position similaire du point de vue de sa disponibilité et de sa valeur intrinsèque. La matière première est accessible, mais pas partout. L'Europe possède quelques grands gisements et de maints autres plus modestes, mais rien de comparable avec le fer tant du point de vue du nombre que de celui des conditions d'accès au mineraïl nettement plus aisées pour ce métal plus commun. Pour la période, les mines les plus importantes se trouvent en Allemagne, en Suède et en Italie. De fait, une fois les minéraux transformés en métal, le cuivre voyage beaucoup en Europe, parfois sur de longues distances. Même si le recyclage très organisé dans les

principally based upon the zinc content. This gold-like luster makes brasses very attractive for finery, furniture that has pride of place in the home, and large decorative works. Copper can also be gilded to create an even more opulent surface. The alloys' attractions are also attributable to their mechanical properties, such as impact resistance—a bronze cauldron is more robust than its terracotta counterpart. Copper and some of its alloys are both malleable and ductile. Their ability to be plastically deformed allows their shaping by varied techniques. Most can be cold worked by hammering, formed in sheet or wire, or cast by pouring into molds. In addition, these alloys can be polished to a high shine, chiseled to remove material, and in the instance of guns, timepieces or scientific instruments, machined or bored. Bronze with a concentration of around 20% tin resounds remarkably, making it the essential material for bells and cymbals. Finally, copper and its alloys are easily recyclable by the foundry. All these properties were exploited in the Middle Ages.

Because of its physicochemical properties, copper is a semi-noble metal, intermediate between iron and precious metals. It enjoys a similar position relative to its availability and intrinsic value. The raw material is accessible but is not found everywhere. Europe has some large deposits and many more modest ones, but nothing comparable with iron ore in terms of supply and accessibility. During the medieval period, the largest mines were in Germany, Sweden and Italy. Therefore, once the minerals were turned into metal, copper was traded throughout Europe, sometimes over long distances. Even if recycling was well organized in the cities to ensure a part of their required supply, the increasing trade in goods and ever increasing needs of the market meant there was always a demand for fresh metal. From the 12th century, the search for new mines intensified throughout Europe. The metal was sought for itself, but its ores were also valued for more than just their copper content. At times copper ore was argentiferous, so copper became a byproduct of the extraction of silver, a coveted metal required to meet the monetary needs accompanying economic growth and trade.

villes assure une partie des approvisionnements, la diffusion croissante des productions et les besoins toujours plus importants créent une demande en métal neuf. À partir du 12^e siècle, les recherches minières s'intensifient partout en Europe. Le métal est recherché pour lui-même, mais pas seulement. Parfois argentifère, le cuivre devient alors un sous-produit de l'argent, ce dernier métal étant convoité pour satisfaire les besoins en création monétaire accompagnant la croissance économique et les échanges.

Du matériau au produit, les conditions sont réunies pour qu'un véritable marché se développe à une échelle globale. Néanmoins, il manque à ce tableau brossé à grands traits les capacités techniques des moyens de production pour satisfaire la demande. Accompagnant le développement des villes où se concentrent à la fois la consommation et la production, les métiers s'organisent lentement au 12^e et surtout au 13^e siècle. Pour le travail du métal, partout en Europe, la tendance est à la spécialisation des métiers. Si l'archéologie vient parfois nuancer cette image donnée par les sources écrites, les fouilles d'ateliers métallurgiques permettent aussi de mieux appréhender les techniques et les savoir-faire, notamment au moyen de l'étude des chaînes opératoires et de l'analyse des objets et des déchets. On constate une standardisation des alliages, du moins pour la fonderie, une concentration des savoir-faire dans les mains de quelques-uns en même temps qu'une hiérarchisation au sein des ateliers et enfin une rationalisation permettant des productions à bas coût. À l'extrême, ces transformations de l'activité de mise en forme des objets favorisent la naissance d'un salariat et la mainmise du capitalisme marchand sur certains ateliers tournés vers les grands marchés d'exportation. L'adaptation des techniques au marché se fait par une algorithmisation toujours plus intense des savoir-faire et une segmentation

From raw material to finished product, the conditions were right to develop a significant market on a global scale. However, what was missing from this broadly painted picture, was the technical capability of production to satisfy demand. Accompanying the development of cities where both consumption and production were concentrated, trades were gradually organized into guilds during the 12th and especially the 13th centuries. For metalworking, the trend throughout Europe was towards the specialization of trades. Archaeology sometimes provides a more nuanced view than the written records, while the excavations of metallurgical workshops, the study of their production processes and the analysis of their associated objects and wastes also help us better to understand the underlying techniques and knowledge. There was a standardization of alloys, at least for the foundry, a concentration of knowledge in a few hands, a workshop hierarchy, as well as a rational production process that minimized costs. In the extreme, these transformations in the activity of shaping objects promoted the emergence of a wage earning society, and the domination of certain workshops governed by mercantile capitalism and geared toward major export markets. The transformation of production techniques suited to this market was marked by an increase in algorithmic know-how and a segmentation in production processes especially noticeable in the manufacture of objects of little value and in the foundry.¹ In contrast, the creation of custom-made products and the maintenance and repair of objects offered opportunities for local markets to grow in cities. And finally, workshops were not always permanent but could move according to changing demands and needs.

At the end of the Middle Ages, several important innovations gradually spread through Europe

¹ Nous faisons ici la distinction entre les savoir-faire algorithmisés et ceux incorporés. Un savoir-faire algorithmisé est fondé sur la maîtrise d'algorithmes facilement décomposables et transmissibles notamment par un texte. Un savoir-faire incorporé résulte de l'expérience personnelle et peut difficilement être décomposé en séquences. La transmission se fait par l'apprentissage et le mimétisme.

¹ We do distinguish here between the algorithmic know-how and embodied know-how. Algorithmic know-how is guided by algorithms that are easily segmented and transmitted, e.g. through texts. Embodied know-how depends on personal experience and is difficult to divide into sequences: it is instead acquired by learning through practice and imitation.

des chaînes opératoires que l'on remarque surtout dans la production d'objets de peu de valeur ou dans la fonderie¹. À l'opposé, les productions sur commande, mais aussi l'entretien et la réparation de la vaisselle, offrent l'opportunité à un marché de proximité de s'accroître dans les villes. En outre, l'atelier n'est pas toujours un lieu fixe, il peut se déplacer au gré des commandes et des besoins.

À la fin du Moyen Âge, plusieurs innovations importantes vont progressivement se diffuser en Europe et modifier peu à peu les structures de l'industrie du cuivre. Le four à réverbère, dont le lieu comme la date d'apparition demeurent flous, se généralise au cours du 16^e siècle. Ce type de structure fonctionne par convection, et donc sans soufflet, et le bain de métal placé dans un large bassin est séparé du foyer. Il permet de fondre des quantités de métal en une seule fois toujours plus importantes, jusqu'à plusieurs tonnes, tout en contrôlant plus efficacement toutes les étapes de la fusion du métal jusqu'à la coulée. Sans doute l'essor et les besoins de l'artillerie de bronze sont-ils à l'origine de ce progrès dans la fonderie. La mécanisation ensuite, alors que l'énergie hydraulique est largement utilisée durant les 14^e et 15^e siècles dans la métallurgie du fer, et plus marginalement pour le cuivre, le martinet à cuivre se propage dans toute l'Europe seulement à la fin de la période. Ce recours à cette énergie conduit à délocaliser le battage du cuivre, les affineries, voire la fabrication de produits finis ou de semi-produits, loin des villes, dans des vallées. Enfin, du côté des mines, la mécanisation s'étend aux opérations minéralurgiques avec le bocard concassant le minerai. L'appareil s'améliore significativement entre la deuxième moitié du 15^e siècle et au cours du 16^e siècle. Autre innovation, le *Saigerprozess*, procédé de traitement du cuivre argentifère par liquation et ressue, est mis au point et perfectionné en Allemagne au milieu du 15^e siècle. Le procédé permettant d'extraire encore plus efficacement l'argent du cuivre, et donc l'exploitation de gisements jugés avant peu rentables, nécessite de nombreuses opérations métallurgiques successives, et des investissements très lourds largement documentés par le livre XI du *De re*

and, little by little, changed the organization of the copper industry. The reverberatory furnace, whose place of origin and date of appearance remain unclear, came in general use during the 16th century. It works by convection, therefore without bellows, and the metal is melted in a large bowl separate from the hearth. It can melt larger quantities of metal in one go, up to several tons, while controlling more effectively all stages from the metal's melting to its casting. No doubt the increasing demand for bronze artillery was the impetus behind this advance in the founding process. While hydropower was widely used during the 14th and 15th centuries in iron metallurgy, and more marginally for copper, its mechanization of power hammers for copper tended to become more extensive throughout Europe only at the end of the period. The introduction of this form of energy production led to the relocation of copper hammering, refining, and even, to the manufacturing of finished products or semi-products to valleys far from the cities. Finally, on the mining side, mechanization extended to mineralogical operations with the ore being crushed by the *bocard* or stamping mill, a machine that improved significantly in the second half of the 15th century and during the 16th century. Another innovation was the *Saigerprozess* for the treatment of silvered copper by liquation and drying, which was developed and perfected in Germany in the mid 15th century. The process provided a more efficient method of extracting silver from copper deposits previously judged to be unprofitable, but it required successive metallurgical operations and a significant investment of funds. The process is largely documented in book XI of *De re metallica* (1556) by Georgius Agricola where a real factory is described with specific furnaces, very specialized machines, and distinct knowledge. The quantities treated are considerable and had no equivalent in the previous centuries. The process undoubtedly contributed to the colossal fortune of the Augsburg banker and businessman Jacob Fugger.

At the end of this short introduction to the proceedings of this conference, a vast subject emerges, albeit chronologically limited to a few centuries. It was not the objective of the

metallica (1556) de Georgius Agricola. C'est une véritable usine qui est décrite, avec des fours spécifiques, des machines très spécialisées et des savoir-faire particuliers. Les quantités traitées deviennent considérables et n'ont pas d'équivalent durant les siècles antérieurs. Le procédé contribua sans nul doute à la fortune, colossale pour l'époque, du banquier et homme d'affaires Jacob Fugger d'Augsbourg.

Au terme de cette courte introduction aux actes de ce colloque, émerge un sujet très vaste, même limité chronologiquement à quelques siècles. L'objectif de ces journées n'était d'ailleurs pas d'épuiser la question, tant les angles d'approche sont à la fois variés et nombreux. Aux sources écrites abondantes, comme les comptes, les inventaires, les testaments ou encore les traités techniques, s'ajoutent les données fournies par différentes disciplines, en particulier par l'archéologie préventive et par l'archéométrie. Les données et les travaux se sont multipliés partout en Europe, il semblait donc utile de réunir les chercheurs et spécialistes de cette métallurgie du cuivre afin de dresser un bilan, même partiel de ces recherches.

Dans la vallée de la Meuse, Dinant et sa sœur Bouvignes sont des centres de production d'objets en cuivre, en bronze et en laiton, qui inondent de chaudrons, bassins et chandeliers, une bonne partie de l'Europe durant tout le Bas Moyen Âge, et même au-delà. À partir de 1466 et de la destruction de Dinant par Charles le Téméraire, duc de Bourgogne, de nombreux fondeurs et batteurs se réfugient et s'installent alors à Namur. Entre les 16^e et 18^e siècles, de cette dernière ville mosane, ce sont des milliers de chaudrons qui partent vers le Nouveau Monde comme objets de traite, via les ports d'Anvers puis de La Rochelle. Les villes de Dinant et de Namur étaient donc tout à fait appropriées pour accueillir un tel rassemblement autour des productions en cuivre au Moyen Âge.

symposium to exhaust the question, as the approaches to the subject are both varied and numerous. To the abundant written sources, such as accounts, inventories, wills, and technical treatises, are added the data provided by different disciplines, in particular preventive archaeology and archaeometry. As data and investigations have accumulated throughout Europe, it seemed useful to bring together specialists in copper metallurgy to draw up an assessment, even if only partial, of the current state of research.

Throughout the late Middle Ages and even beyond, Dinant and its sister city Bouvignes, both in the valley of the Meuse, were centres of production of objects in copper, bronze and brass which flooded the markets of a good part of Europe with cauldrons, basins and candlesticks. With the destruction of Dinant in 1466 by Charles the Bold, Duke of Burgundy, many founders and coppersmiths took refuge and then settled in Namur. Between the 16th and 18th centuries, thousands of cauldrons left this Mosan city via Antwerp's harbour and then La Rochelle to end up in the New World as objects of trade. The cities of Dinant and Namur were therefore highly appropriate to host this symposium around copper productions in the Middle Ages.

CUIVRES, BRONZES ET LAITONS MÉDIÉVAUX / MEDIEVAL COPPER, BRONZE AND BRASS

Histoire, archéologie et archéométrie des productions en laiton, bronze et autres alliages
à base de cuivre dans l'Europe médiévale (12^e-16^e siècles)

History, archaeology and archaeometry of the production of brass, bronze and other
copper alloy objects in medieval Europe (12th-16th centuries)

Cet ouvrage contient les actes d'un colloque international consacré aux productions médiévales en alliage à base de cuivre qui s'est tenu à Dinant et à Namur les 15, 16 et 17 mai 2014. Ces journées ont été organisées par le Service public de Wallonie (Belgique) et l'Institut national de recherches archéologiques préventives (France). Les actes rassemblent 34 contributions originales livrées par des spécialistes, archéologues, historiens, historiens de l'art ou encore métallurgistes et chimistes. Ils montrent la grande diversité des approches et des thèmes abordés au moyen de ce matériau très présent dans la culture matérielle. Au Bas Moyen Âge, le cuivre entre progressivement dans la fabrication de nombreux objets du quotidien, que ce soit pour la parure, sous forme de boucles de ceintures ou de petits éléments décoratifs du costume, ou encore dans la cuisine et les maisons quand il devient chaudron, aiguière, bassin ou puisette. À ces productions en série, souvent de masse, s'opposent des travaux réalisés sur commande pour l'aristocratie ou à des fins liturgiques. Le métal se décline alors sous l'aspect d'aquamaniles, de chandeliers d'autel, de lutrins... Le matériau est utilisé pour des œuvres monumentales comme des colonnes, des portes, des fonts baptismaux, des fontaines, des monuments funéraires ou encore des cloches. On trouve aussi le cuivre dans des contextes artisanaux, dans l'artillerie, les instruments de musique ou encore la monnaie. En explorant un vaste sujet par des angles variés, ce livre intéresse l'archéologie bien sûr, mais aussi l'histoire des techniques, l'histoire de l'art, l'histoire économique ou encore l'histoire sociale. Il s'adresse à un public averti, ou plus simplement curieux de l'histoire du Moyen Âge en Europe.

This volume contains the proceedings of the International Conference on Medieval Copper Alloys Production, held at Dinant and Namur on 15, 16 and 17 May 2014. The conference was organised by the Service public de Wallonie (Belgium) and the Institut national de recherches archéologiques préventives (France). The proceedings include 34 original contributions presented by archaeologists, historians, conservators, art historians, and other specialists, including metallurgists and chemists. Collectively, they show the great diversity of approaches being taken to elaborate the multiple themes associated with copper and its alloys in the material culture of medieval and post-medieval Europe. In the late Middle Ages, there was a gradual increase in the use of copper and its alloys for making everyday objects, whether for dress accessories, such as belt buckles or small decorative studs, or in kitchens and houses where the metal became a cauldron, ewer, basin or lavabo. In contrast to these common objects fabricated in serial or mass production, were the exceptional, discrete objects satisfying the needs of the aristocracy and liturgy. Such made-to-order masterpieces might include aquamanilia, candelabra or lecterns. Additionally, copper alloys were used for more colossal works of art such as columns, doors, baptisteries, fountains, funeral monuments and, of course, bells. Copper was equally sought in artisanal contexts, for artillery, for musical instruments, and for coinage. In exploring such a vast subject from multiple points of view, this volume will be of interest not only to archaeologist, but also to those involved in the history of techniques,

Prix de vente : 40 €

