

# L'industrie cimentière dans les Alpes

## *The cement industry in the French Alps*

### **AVENIER Cédric**

Laboratoire AE&CC  
Ecole nationale supérieure d'architecture de Grenoble  
60, avenue de Constantine  
BP 2636  
38036 Grenoble cedex 2  
ca@atelierdarchitecture.fr



Cédric Avenier est docteur en histoire de l'art / architecture (2004), chercheur au laboratoire AE&CC avec un programme de recherche intitulé : "La filière cimentière : de la matière aux matériaux". Il étudie les ciments naturels, tant du point de vue historique que de la mise en œuvre, afin d'orienter les problématiques de restaurations des bétons anciens et d'en faciliter l'utilisation dans l'architecture contemporaine.

*Cédric Avenier received a PhD in art history and architecture in 2004. He is now researcher in the AE&CC laboratory, heading a the program "the cement industry: from matter to material". He is studying the history of the natural cements production and uses, in order to address the ancient concrete restoration problematic and to ease the use of those natural cements in contemporary architecture.*

### **Publications**

1. Cédric Avenier (ss. dir.), Bruno Rosier, Denis, *Ciment naturel*, Grenoble, Glénat, 2007, 176 p.
2. Cédric Avenier, *La matière des moulages d'architecture au 19ème siècle*, Premier congrès francophone d'histoire de la construction, CNAM-Ecole des ENSA Paris-Malaquais, 20 juin 2008, 10 p.
3. Cédric Avenier, Anne Coste, *The Perret Tower : symbol of the 1925 International Hydro-electric Power Exhibition in Grenoble, and of the Cement and Concrete Industry*, Engineering History and Heritage, ICE Publishing, London, Dec. 2011.

## Résumé

Dès la publication des premières découvertes de Louis Vicat sur les liants hydrauliques, en 1818, on a pu exploiter de nombreuses carrières à chaux hydrauliques et commencer la prospection de gisements à « chaux éminemment hydrauliques », autrement dit à ciments romains ou ciments prompts naturels. La France, les Alpes surtout, région dont les calcaires argileux répondent naturellement à celles des ciments, région dont les carrières sont facilement exploitables (chutes d'eau, moulins) et où vécut et travailla Vicat, sont ainsi riches d'une histoire industrielle et architecturale cimentière bientôt bi-séculaire. Des dizaines de cimenteries, petites et grandes, ont alimenté et alimentent toujours, les chantiers. Les ciments naturels y tiennent une bonne part d'autant que leur qualité est remarquable. L'histoire des cimenteries, des productions et des exportations cimentières, permet de mieux connaître ces produits. Les cimentiers publiaient des livrets dans lesquels ils donnaient les détails de la fabrication des ciments, leurs compositions ainsi que des conseils de mise en œuvre. Ils donnaient aussi les noms de leurs chantiers importants, les dates de constructions, les noms des architectes et des entreprises. L'étude de ces livrets complétée de recherches en archives et sur sites, permet de comprendre cette architecture. La quantité des productions et les chiffres des exportations (dans le Sud de la France, en Italie du Nord, en Suisse, mais aussi en Afrique du Nord et en Amérique du Sud) nous donne l'ampleur de la production architecturale cimentière du 19<sup>ème</sup> siècle.

## Abstract

*From the first findings of Louis Vicat on hydraulic binders in 1818 numerous quarries were exploited to produce raw material for hydraulic lime production. Thus, it was natural for them to be further evaluated for their suitability to yield material for highly hydraulic lime, also named Roman cement or natural cement. France, and especially the Alps region, where clay-containing limestone quarries fitting with the production needs of natural cement were easily exploitable (waterfalls, mills) and where Vicat lived and worked, is rich in a 200-year-old industrial and architectural cement history. Dozens of cement factories of a wide range of sizes, and specially natural cement of consistently high quality, supplied and are still supplying work sites. Studying the history of those cement factories, their production and marketing of the cements, provides much information on the products. The cement producers published booklets in which they described production details, composition, and advice on the usage of their cements; these were augmented by details of work sites, construction dates, architects and building companies. Studying such booklets, together with local and national archives, provide data to understand this architecture. Available figures on cement production and exportation (in the south of France, but also in northern Italy, Switzerland, North Africa and South America), give an idea of the mass scale of the architectural cement production of the 19<sup>th</sup> century.*

## Pierres factices en région Rhône-Alpes : caractérisation et pathologie

### *Cast stone in Rhône-Alpes region: characterisation and pathology*

#### **CAILLEUX Emmanuel**

Belgian Building Research Institute (BBRI)  
Avenue Pierre Holoffe, 21  
B-1342 Limelette - Belgium  
32 (0) 2 655 77 11  
Emmanuel.cailleux@bbri.be



La thèse de doctorat d'Emmanuel Cailleux a porté sur la microstructure et l'étude thermo-mécanique de bétons réfractaires renforcés par des fibres métalliques. Ensuite, il a travaillé pendant 5 ans comme ingénieur de recherche au Laboratoire de recherche des Monuments Historiques en France, dans le cadre du Cercle des partenaires du patrimoine. Ses activités de recherche ont porté sur la conservation des bâtiments anciens. En 2007, il a rejoint le Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC) en Belgique, où il mène des recherches principalement sur le béton (conservation, formulation, ...).

*The doctoral thesis of Emmanuel Cailleux was dedicated to the microstructural and the thermo-mechanical study of refractory castables reinforced by metallic fibres. Then, he has worked during 5 years as research engineer in the Research Laboratory for Historical Monuments in France, in the framework of the Cercle des partenaires du patrimoine. His research activities were dedicated to the preservation of old buildings. He joined the Belgian Building Research Institute (BBRI) in 2007. His research activities are mainly dedicated to concrete (conservation, formulation, ...).*

#### **Publications**

- [1]. E. Cailleux, E. Marie-Victoire, Study of natural cements from the French Rhone-Alpes region, Heritage, Weathering and Conservation, Madrid (Spain), 2006.
- [2]. E. Cailleux, E. Marie-Victoire, D. Sommain, E. Brouard, Microstructure and weathering mechanisms of natural cements used in the 19th century in the French Rhône-Alpes region, Rilem workshop on repair mortars for historic masonry, Delft (Netherlands) , 26-28 January, 2005, 12p.
- [3]. E. Cailleux, Les ciments naturels moulés en Rhône-Alpes et leurs altérations, Les ciments naturels, Monumental, 2006, pp. 105-111.

## Résumé

**Pierres factices en région Rhône-Alpes : caractérisation et pathologie, E. Cailleux**

Les ciments naturels isérois furent parmi les premiers ciments fabriqués en France. Produits en grande quantité entre le milieu du XIXe siècle et le début du XXe siècle, ils furent très largement utilisés dans la construction d'édifices. Ces ciments ont notamment permis la fabrication d'éléments moulurés, aussi appelés « pierres factices », imitant la couleur et la texture de la pierre de taille. Aujourd'hui, très peu de données sont disponibles sur ces premiers ciments, aussi bien vis-à-vis de leurs techniques de fabrication que de leurs mises en œuvre ou de leurs altérations. A partir de ce constat, un programme de recherche de trois ans, dédié à l'étude de ces matériaux, a débuté en 2002 au sein du Cercle des Partenaires du Patrimoine. Dans une première phase, un inventaire des édifices et des altérations a été réalisé. Dans une seconde phase, une caractérisation des ciments naturels anciens et de leurs mécanismes d'altération a été menée. Ces analyses constituent une première étape au développement de mortiers de réparation compatibles pouvant permettre d'assurer des restaurations durables et une conservation de l'aspect d'origine du matériau ancien.

## Abstract

**Cast stone in Rhône-Alpes region: characterisation and pathology, E. Cailleux**

*Natural cements from Isere were among the first cements manufactured in France. Produced in large quantities from the mid-nineteenth and early twentieth century they were widely used in building construction. These cements have enabled the manufacture of cast elements, also called "artificial or cast stone", imitating the colour and texture of the stone. Today, very little data is known about these early cements, such as their manufacturing techniques and their implementations or their weathering. From this observation, a three years research programme, dedicated to the study of these materials, was started in 2002 at the Cercle des Partenaires du Patrimoine. In the first phase, a survey of buildings and deterioration was realized. In the second phase, the characterization of ancient natural cements and their decay mechanisms was conducted. These analyses are a first step in the development of compatible repair mortars able to ensure sustainable restorations and conservation of the original aspect of the ancient material.*

# Etude de mortiers de réparation compatibles avec le patrimoine en ciment naturel de la région Rhône-Alpes

## *Compatibility of repair mortar with natural cement cultural heritage in Rhône-Alpes region*

**BOUICHOU Myriam**

Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques  
29 rue de Paris  
77420 Champs sur Marne France  
33 (0) 1 60 37 77 80  
myriam.bouichou@culture.gouv.fr



Myriam Bouichou a un diplôme d'ingénieur en sciences des matériaux (2006). De 2007 à 2011, elle a travaillé pour le Cercle des partenaires du patrimoine, une association liée au ministère de la Culture, où elle était en charge de plusieurs études sur les ciments naturels. Depuis 2011, elle est ingénieur de recherche du pôle béton du Laboratoire de recherche des monuments historiques, où elle mène des projets de recherche sur l'identification, la conservation et la restauration des monuments historiques en béton.

*Myriam Bouichou has an engineer degree in materials science (2006). From 2007 to 2011, she has been working for the Cercle des partenaires du patrimoine, an association linked to the French Ministry of Culture, where she was responsible for several studies on natural cements. Since 2011, she has been a research engineer in the concrete department of the Research Laboratory for Historical Monuments (LRMH), where she is carrying out research projects on identification, conservation and restoration of historic buildings made of concrete.*

## **Publications**

- [1]. M. Bouichou, E. Marie-Victoire, E. Cailleux, D. Sommain, Evaluation of compatible mortars to repair 19th century natural cement cast stone from the French Rhône- Alpes region, In : HMC 08 : proceedings of the 1st historical mortars conference, Lisbon, 24th to 26th September 2008, ed. by Laboratorio nacional de engenharia civil, réf. TIV-40-1 à TIV-40-12.
- [2]. M. Bouichou, E. Marie-Victoire, E. Cailleux, D. Sommain, Compatibility of repair mortars with 19th century natural cement cast stone from the French Rhône-Alpes region, In : HMC 2010 : proceedings of the 2nd Historic mortars conference and RILEM TC 203-RHM repair mortars for historic masonry, final workshop, Prague, Czech Republic, 22-24 September 2010, ed by RILEM, p 927-936.

## Résumé

### **Etude de mortiers de réparation compatibles avec le patrimoine en ciment naturel de la région Rhône-Alpes, M. Bouichou**

Lors d'un premier programme de recherche consacré à l'identification et aux altérations des ciments naturels de la région Rhône-Alpes datant du 19<sup>ième</sup> s., des propositions de performances de mortiers de réparation avaient été avancées pour traiter la principale altération observée : l'érosion. Ce second projet a eu pour objectif de rechercher des mortiers de réparation compatibles avec les matériaux utilisés au 19<sup>ième</sup> s. et les phénomènes d'altération identifiés. La première étape a consisté en un recensement des produits de réparation commercialisés et en la formulation de mortiers de réparation spécifiques, en collaboration avec la société Vicat. Ensuite, les mortiers de réparation retenus ont été caractérisés, et leurs performances ont été comparées avec les données précédemment obtenues sur les bétons anciens. Parallèlement, des essais de compatibilité ont été réalisés sur des dalles fabriquées avec une formule de béton du 19<sup>e</sup> siècle, artificiellement altérées. Les résultats de ces essais ont permis d'identifier les mortiers de réparation présentant le meilleur compromis entre propriétés mécaniques et physiques, compatibilité mortier-support et esthétique.

## **Abstract**

### ***Compatibility of repair mortar with natural cement cultural heritage in Rhône-Alpes region, M. Bouichou***

*During a first research programme dedicated to the identification and understanding of the deterioration of natural cements of the Rhone-Alpes region from the 19<sup>th</sup> century, performance criteria of repair mortars was proposed to treat the main deterioration observed, i.e. erosion. The second project was aimed at searching for repair mortars compatible with the materials used in the 19<sup>th</sup> century and weathering phenomena identified. The first step was a survey of repair products marketed, and formulation of specific repair mortars in collaboration with Vicat company. Then, the selected repair mortars were characterised, and their performances were compared with data previously obtained on the ancient concrete. At the same time, compatibility tests were conducted on slabs made with a concrete formula of the 19th century which had been artificially weathered. The results of these tests have identified repair mortars showing the best compromise between mechanical and physical properties, compatibility between the mortar and the substrate and aesthetic qualities.*

## Histoire de l'industrie des ciments naturels dans la région de Marseille

### *History of the cement industry in Marseilles region*

#### **VALAGEAS Claire**

Cercle des Partenaires du Patrimoine  
Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques  
29 rue de Paris  
77420 Champs sur Marne France  
33 (0) 1 60 37 77 80  
Claire.valageas@cicrp.fr



Claire Valageas est diplômée d'histoire de l'art et d'un master de physique appliquée aux matériaux du patrimoine culturel. Elle a mené une étude pour le Cercle des Partenaires du Patrimoine sur les ciments naturels dans la région de Marseille et travaille sur la dégradation des matériaux contemporains au Centre Interrégional de Conservation et Restauration du Patrimoine (CICRP) à Marseille.

*Claire Valageas has a degree in Art History and a master degree in Physics applied to materials of cultural heritage. She conducted a study for the Cercle des Partenaires du Patrimoine on natural cements in the region of Marseilles. Her research is currently focused on the deterioration of contemporary materials for the Centre Interrégional de Conservation et Restauration du Patrimoine (CICRP) in Marseilles.*

## **Résumé**

### **Histoire de l'industrie des ciments naturels dans la région de Marseille, C. Valageas**

Au XIX<sup>ème</sup> siècle, Marseille est déjà une ville industrielle établie et connaît un développement urbain important. Son commerce lui fournit une grande quantité de matières premières de toutes sortes et son port permet l'acheminement vers de multiples destinations. Si jusqu'à cette époque, l'enduit traditionnel à la chaux et au sable ocre jaune prédomine, un nouveau type de finition de façade fait son apparition : « l'enduit-ciment ». Essentiellement composés de *ciment naturel* et de sable, ces enduits de couleur ocre étaient utilisés principalement sur des façades en pierre. La production des ciments trouve son origine peu avant 1840, où Hippolyte de Villeneuve-Flayosc et Tocchi fondent la première usine. Des plaques scellées sur les murs des immeubles en enduit ciment ont permis d'identifier plus d'une vingtaine de brevets de façadiers, cimentiers ou artisans spécialisés. Ces nouvelles entreprises proposent un produit brut mais également une main d'œuvre qualifiée. Ainsi une même compagnie détient les usines de production et des entreprises de mise en œuvre. Les modèles sont choisis sur catalogue puis exécutés par leurs ouvriers spécialisés. De nombreux immeubles ou bâtiments marseillais sont recouverts de ce type d'enduit. Par leur spécificité, leur couleur et leur texture, ces façades constituent un réel patrimoine culturel et architectural de la ville de Marseille.

## **Abstract**

### ***History of the cement industry in Marseilles region, C. Valageas***

*In the nineteenth century, Marseilles was already an established industrial town and had a significant urban development. Its business provided it with a large amount of raw materials of all kinds and its port allowed the carriage to multiple destinations. At that time, the traditional render with lime and yellow ocher sand predominated; however, a new type of facade finishing appeared, "the cement-render". Mainly composed of natural cement and sand, these other renders were used mainly on stone facades. The production of cement originated shortly before 1840, when Hippolyte de Villeneuve Flayosc and Tocchi founded the first factory. Sealed plates on the buildings walls in cement render have allowed the identification of more than twenty patents of facade builders, cement manufacturers or craftsmen. These new companies offered a raw product but also a skilled workforce. Therefore, one company owned at the same time the production factories and the implementation companies. The models were chosen from a catalogue and executed by their skilled workmen. Numerous houses or buildings of Marseilles were covered with this type of coating. By their specificity, their colour and texture, these facades are a real cultural and architectural heritage of the city of Marseilles.*



# Identification et pathologie du patrimoine en ciment naturel de Marseille

## *Identification and pathology of natural cement based cultural heritage in Marseilles*

### **BOUICHOU Myriam**

Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques  
29 rue de Paris  
77420 Champs sur Marne France  
33 (0) 1 60 37 77 80  
myriam.bouichou@culture.gouv.fr



Myriam Bouichou a un diplôme d'ingénieur en sciences des matériaux (2006). De 2007 à 2011, elle a travaillé pour le Cercle des partenaires du patrimoine, une association liée au ministère de la Culture, où elle était en charge de plusieurs études sur les ciments naturels. Depuis 2011, elle est ingénieur de recherche du pôle béton au Laboratoire de recherche des monuments historiques, où elle mène des projets de recherche sur l'identification, la conservation et la restauration des monuments historiques en béton.

*Myriam Bouichou has an engineer degree in materials science (2006). From 2007 to 2011, she has been working for the Cercle des partenaires du patrimoine, an association linked to the French Ministry of Culture, where she was responsible for several studies on natural cements. Since 2011, she has been a research engineer in the concrete department of the Research Laboratory for Historical Monuments (LRMH), where she is carrying out research projects on identification, conservation and restoration of historic buildings made of concrete.*

### **Publications**

- [1]. M. Bouichou, E. Marie-Victoire, E. Cailleux, D. Sommain, Evaluation of compatible mortars to repair 19th century natural cement cast stone from the French Rhône- Alpes region, In : HMC 08 : proceedings of the 1st historical mortars conference, Lisbon, 24th to 26th September 2008, ed. by Laboratorio nacional de engenharia civil, réf. TIV-40-1 à TIV-40-12.
- [2]. M. Bouichou, E. Marie-Victoire, E. Cailleux, D. Sommain, Compatibility of repair mortars with 19th century natural cement cast stone from the French Rhône-Alpes region, In : HMC 2010 : proceedings of the 2nd Historic mortars conference and RILEM TC 203-RHM repair mortars for historic masonry, final workshop, Prague, Czech Republic, 22-24 September 2010, ed by RILEM, p 927-936.

## Résumé

### **Identification et pathologie du patrimoine en ciment naturel de Marseille, M. Bouichou**

L'industrie cimentière dans la région de Marseille s'est développée à partir du milieu du 19<sup>ème</sup> siècle. Dans le même temps, un nouveau type de finition de façade a fait son apparition à Marseille : « les enduits-ciments ». Ces enduits de couleur ocre avaient pour but d'imiter la pierre de taille. Ils étaient ainsi principalement utilisés sur des façades en pierre de tout-venant, et reproduisaient des appareillages de pierre par des tracés de faux joints marqués horizontalement, ou des sculptures par des moulages plus complexes. Par leur spécificité, ces façades en « enduit-ciment » constituent un réel patrimoine culturel et architectural. Aujourd'hui, nombre de ces façades présentent des altérations et nécessitent des travaux de restauration. Un projet de recherche a donc été élaboré pour caractériser ces matériaux méconnus, afin en fine d'identifier les meilleures solutions de restauration. La première étape du projet a consisté à réaliser une enquête historique dans le but de recueillir des informations sur la fabrication de ces ciments au XIXe (carrières, process industriel...). Dans une seconde étape, une enquête de terrain sur ces « enduit-ciment » a été effectuée, afin d'identifier leurs différentes formes d'expression architecturale, leurs pathologies et les réhabilitations couramment rencontrées dont ils font l'objet. La troisième étape a permis de caractériser ces enduits et notamment les différents liants rencontrés. Pour cela, un protocole expérimental a été spécifiquement développé, regroupant des analyses en diffraction des rayons X et des observations au microscope optique et au microscope électronique à balayage, couplé à une analyse élémentaire. Les premiers résultats de cette étude ont tout d'abord permis de confirmer que les liants utilisés à Marseille au XIXe étaient bien des ciments naturels. Les analyses ont également permis de valider l'étude historique, en montrant que des ciments de nature différente, en termes de caractéristiques cristallographiques et chimiques, étaient utilisés suivant l'application architecturale.

## **Abstract**

### ***Identification and pathology of natural cement based cultural heritage in Marseilles, M. Bouichou***

*The cement industry in the Marseilles region was born in the mid-19th century. At the same time, a new type of facade finishing appeared in Marseille : the "cement-render". The purpose of those ochre renders was to imitate freestone. Consequently, they were used mainly on quarry-run stone, with a fake pointing traced horizontally to imitate a freestone masonry or moulding used to replace more complex sculptures. By their specificity, these "cement render" facades constitute a real cultural and architectural heritage. But today, many of these façades show deterioration patterns and require restoration. A research project was therefore established to characterise these unknown materials and hence find the best restoration solutions. The first step of this program was to conduct an historic study to gather information on these 19<sup>th</sup> century cement elaboration (quarries, industrial process...). In the second step a field survey was carried out on those "cement-renders", in order to identify their various forms of architectural expression, their pathologies and the rehabilitation most commonly encountered. The third step was to characterise these mortars, focusing on the binder used. To that end, a specific experimental protocol was developed, combining X-ray diffraction analyses, optical microscope observations and scanning electron microscope observations coupled with an elemental analysis. The results of this study firstly confirmed that the binders used in the 19<sup>th</sup> century on those façades were natural cements. In addition, the analysis confirmed the historical data, showing that distinct natural cements, differing in terms of chemical and crystallographic characteristics, were used depending on the architectural application.*

# L'usage des ciments romains dans la restauration des monuments historiques au XIX<sup>e</sup> siècle

*Uses of Roman cements in restoration of historical monuments in the 19th century*

## **ROYER Amandine**

Conseil régional du Centre  
Direction de l'inventaire du patrimoine  
9 rue Saint-Pierre Lentin  
45041 Orléans CEDEX 1 - France  
33 (0) 2 38 78 85 28  
amandine.royer@regioncentre.fr



Amandine Royer a réalisé son mémoire de 2<sup>nd</sup> cycle de l'Ecole du Louvre sur les ciments romains en France et leur utilisation dans la restauration des monuments historiques au XIX<sup>e</sup> siècle, à travers l'étude de deux exemples, les cathédrales de Bourges et Amiens. Elle est aujourd'hui chercheur au sein de la Direction de l'inventaire du patrimoine, chargée de l'inventaire général du patrimoine culturel en Région Centre.

*Amandine Royer made her master's thesis of the Ecole du Louvre in France on Roman cements and their use in the restoration of historical monuments in the nineteenth century, through the study of two examples, the cathedrals of Bourges and Amiens. She is now a researcher in the Department of Heritage Survey, responsible for the general survey of cultural heritage in the Centre Region, in France.*

## **Publications**

- [1]. A. Royer, « Le ciment romain en France, un matériau du XIX<sup>e</sup> siècle méconnu », in : Monumental, 1er semestre 2006, p. 90-95.
- [2]. C. Gosselin, G. Martinet, A. Royer et V. Vergès-Belmin, « Natural cement and monumental restoration : the case of Bourges cathedral », in : Materials and Structures, 2009, n°42, p. 749-763.

## Résumé

**L'usage des ciments romains dans la restauration des monuments historiques au XIX<sup>e</sup> siècle, A. Royer**

Les grands chantiers de restauration des monuments historiques qui se mettent en place au XIX<sup>e</sup> siècle offrent un exemple intéressant, quoique spécifique, d'emploi des ciments romains. L'étude des campagnes de travaux sur deux monuments majeurs, les cathédrales d'Amiens et de Bourges, montre que cet usage s'inscrit dans un contexte d'expérimentations techniques qui caractérise la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, parallèlement à la mise en place de l'administration française des Monuments historiques et juste avant la le développement d'une déontologie de la restauration à l'initiative de Viollet-le-Duc. A Bourges comme à Amiens, les ciments romains de Vassy et de Pouilly (produits en Bourgogne) sont mis en œuvre autant pour restaurer les sculptures monumentales que les maçonneries : en sculpture, cet usage commence dans les années 1830 soit peu de temps après l'invention de ces matériaux, et s'interrompt dès le milieu du siècle, tandis qu'en maçonnerie, l'usage des ciments romains perdure dans la seconde moitié du siècle.

A travers les exemples de ces deux cathédrales, cette communication exposera les modalités d'emploi des ciments romains dans la restauration des monuments historiques au XIX<sup>e</sup> siècle, ainsi que les raisons de cet usage puis de son abandon. En conclusion sera posée la question de la valeur désormais patrimoniale de ces restaurations anciennes.

## Abstract

***Uses of Roman cements in restoration of historical monuments in the 19th century, A. Royer***

*The major restoration projects of historical monuments, which took place in the nineteenth century, provide an interesting though specific example of the use of Roman cements. The study of work campaigns on two major monuments, the cathedrals of Amiens and Bourges, shows that this use falls within a context of technical experimentation that characterizes the early nineteenth century, concomitant with the establishment of the French administration of the Historical Monuments and just before the establishment of a restoration deontology on Viollet-le-Duc's initiative. Both in Bourges and Amiens, the Vassy and Pouilly Roman cements (produced in Burgundy) were implemented as much to restore the sculptures as the masonry : in sculpture, this use began in the 1830s or soon after the invention of these materials, and stopped in the middle of the century, while in masonry, the use of Roman cements continued in the second half of the century. Through the examples of these two cathedrals, this paper will explain how and why the Roman cements were used in the restoration of historical monuments in the nineteenth century, and eventually given up. In conclusion, the question of the cultural heritage value of these ancient restorations can be asked.*

## Introduction by the ROCARE team

### *Introduction par l'équipe ROCARE*

#### **WEBER Johannes**

University of Applied Arts Vienna  
Institute of Arts and Technology  
Section "Conservation Sciences"  
Salzgries 14/1  
A-1013 Wien, Austria  
43 (0) 1 71133 4825  
johannes.weber@uni-ak.ac.at



Johannes Weber has a doctoral degree in petrology/geology and has worked as a conservation scientist since 1984 for the University of Applied Arts Vienna, where he holds the position of a professor and is lecturing on various aspects of material science in conservation and archaeometry. He has carried out research projects on issues of natural stone, historic mortars, damaging salts and other topics within his field. At present, Mr. Weber is co-ordinating the EU-FP7 research project No. 226898 ROCARE.

*Johannes Weber est titulaire d'un doctorat en pétrologie/géologie et travaille en tant que scientifique en conservation depuis 1984 pour l'Université des Arts Appliqués de Vienne, où il occupe le poste de professeur et donne des cours sur divers aspects de la science des matériaux en matière de conservation et d'archéométrie. Il a mené des projets de recherche sur la pierre naturelle, les mortiers historiques, les sels nocifs et d'autres sujets dans ce domaine.*

*A l'heure actuelle, M. Weber est coordinateur du programme de recherche EU-FP7 n°226898 ROCARE*

## **Publications**

- [1]. K. Bayer, C. Gosselin, G. Hilbert, J. Weber, Microstructure of historic and modern Roman cements to understand their specific properties, - Proc. 13th Euroseminar on Microscopy Applied to Building Materials, Ljubljana, 14-18 June 2011.
- [2]. R. Kozłowski, D. Hughes, J. Weber, Roman cements - key materials of the built heritage of the nineteenth century, In: Materials, Technologies and Practice in Historic Heritage Structures, M. Boştenaru Dan, R. Příklad, Á. Török (Eds.), Springer, Berlin, 2010.
- [3]. J. Weber, K. Bayer, F. Pintér, 19th century "novel" building materials: examples of various historic mortars under the microscope, In: Preprints of 2nd Historic Mortars Conference & Rilem TC 203-RHM Repair Mortars for Historic Masonry Final Workshop, Prague, 22-24.08.2010 .

## Abstract

### Introduction into the ROCARE-project, J. Weber

“ROCARE - Roman Cements for Architectural Restoration to New High Standards” is a project funded by the European Commission within its 7<sup>th</sup> Framework Programme. Fourteen participants from 7 European countries have joined to lay the base for the re-introduction of Roman cements to the market. An advisory panel of over 20 additional experts from presently 14 countries support the project in many ways. The reason why we believe in the potential of these binders is twofold: first, in the 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> centuries Roman cements were largely employed in numerous works of construction on a Europe-wide scale and have demonstrated their excellent durability; they, therefore, play an important role in today’s architectural conservation. Second, Roman cement mortars offer properties of high interest even for applications beyond this area. Opening the markets for Roman cements is a multifold task requiring many different efforts; this is why the project consortium is composed of highly specialised partners, both private and public, from several fields such as cement and mortar production, practical restoration and scientific research. Operating on the base of earlier research projects, particularly the EU-FP5 project ROCEM, our activities are grouped into the following focal points: (1) optimisation of production processes for Roman cements on an industrial scale; (2) research and testing of cements and mortars as the basis for best practice of handling them; (3) widely informing the market about the benefits of the Roman cement technology. The Paris Conference jointly organised with ICOMOS-France provides the ROCARE team with an important forum to disseminate the project results and discuss them at an advanced state of the activities. The range of presentations will cover all aspects of interest and will significantly contribute to raising awareness of this fascinating and much neglected system of historic building materials.

## Résumé

### Introduction par l'équipe ROCARE, J. Weber

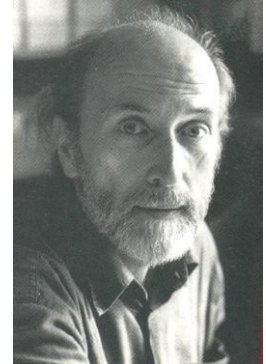
“Rocare – Ciments romains pour la restauration architecturale” est un projet financé par la commission européenne au sein de son 7<sup>ième</sup> programme-cadre. 14 participants venus de sept pays européens se sont réunis pour jeter les bases de la réintroduction des ciments romains sur le marché. Un comité consultatif composé de plus de 20 experts, provenant actuellement de 14 pays, soutient le projet sur différents points. La raison pour laquelle nous croyons dans les potentialités de ces liants est double: premièrement, au 19<sup>e</sup> et début du 20<sup>e</sup> siècle les ciments romains ont été largement employés dans de nombreux ouvrages de construction à l'échelle européenne et ont démontré leur excellente durabilité; ils jouent, par conséquent, un rôle important dans la conservation du patrimoine architectural d'aujourd'hui. Deuxièmement, les mortiers de ciment romain montrent des propriétés très intéressantes, même pour des applications au-delà de la restauration. Ouvrir des marchés pour les ciments romains est une tâche multiforme nécessitant beaucoup d'efforts différents, c'est pourquoi le consortium du projet est composé de partenaires hautement spécialisés, à la fois privés et publics, provenant de plusieurs domaines tels que la production de ciment et de mortier, la restauration et la recherche scientifique. Fonctionnant sur la base de projets de recherche antérieurs, en particulier le projet UE-FP5 ROCEM, nos activités s'organisent autour des points suivants: (1) optimisation des processus de production des ciments romains à une échelle industrielle; (2) recherche et test de ciments et de mortiers pour une meilleure pratique dans leur manipulation, (3) informer largement le marché sur les avantages de la technologie du ciment romain. La Conférence de Paris organisée conjointement avec l'ICOMOS-France donne à l'équipe ROCARE un forum important pour diffuser les résultats du projet et pour en discuter à un stade avancé des activités de recherche. La gamme de présentations couvrira tous les domaines d'intérêt et contribuera de manière significative à la sensibilisation au domaine fascinant et très négligé des matériaux historiques de construction.

## 19th century architectural heritage in Europe - History and problems of conservation

### *Le patrimoine architectural au 19e siècle en Europe : histoire et problèmes liés à sa conservation*

#### **KOLLER Manfred**

Born in Vienna in 1941, he studied Technology and Conservation at the Academy of Fine Arts (M.A.) and History of Art at the University of Vienna (Ph.D.). In 1965, he joined Austrian Bundesdenkmalamt, chief restorer and, between 1980-2005, head of the Federal Laboratories for Conservation and Restoration in Vienna. Since 1970, lecturer in conservation and technology on the Academies of Art, the University and the Technical University in Vienna - Joined IIC in 1966 (Honorary Fellow 2006), founding member of the Austrian group of IIC 1979, president 2003-2011, member of ICOM-CC since 1968, Austrian delegate to ICCROM 1972-1992. Projects and works mainly in Austria in the conservation-restoration of paintings, polychrome sculptures and mural paintings, examination of architectural surfaces. Editor of the annual periodical RESTAURATORENBLÄTTER 1973-2011 (published by the Austrian group IIC), 580 publications in history of art and technical history of art, conservation of paintings, polychrome sculptures, mural paintings, stuccowork, stone and architectural surfaces.



*Né à Vienne en 1941, Manfred Koller a étudié les sciences de la conservation à l'Académie des Beaux-Arts (MA) et l'histoire de l'Art à l'Université de Vienne (doctorat.). En 1965, il rejoint l'office fédéral autrichien des biens culturels, en tant que restaurateur en chef et, entre 1980-2005, il dirige les laboratoires fédéraux pour la conservation et la restauration à Vienne. Depuis 1970, il est maître de conférences en sciences de la conservation aux Académies des arts et à l'Université technique de Vienne. Il rejoint l'IIC (International Institute of Conservation) en 1966 (membre honoraire depuis 2006), il est membre fondateur du groupe autrichien de l'IIC en 1979, et président de 2003-2011. Il est membre de l'ICOM-CC depuis 1968 et a été délégué autrichien de l'ICCROM de 1972 à 1992. Il mène des projets et des travaux en Autriche en conservation/restauration des peintures, des sculptures polychromes, des peintures murales, des stucs, de la pierre et des surfaces architecturales. Editeur du périodique annuel "RESTAURATORENBLÄTTER" de 1973 à 2011 (publié par le groupe autrichien IIC), 580 publications en l'histoire de l'art et technique de l'art, la conservation des peintures, des sculptures polychromes, peintures murales, stucs, de la pierre et des surfaces architecturales.*

#### **Abstract**

##### **19th century architectural heritage in Europe - History and problems of conservation, M. Koller**

A sequence of architectural periods closely following each other can be distinguished in the 19th century. Starting with simple and bare building surfaces of Neoclassicism and Empire, the style changed in the second half of the century to various phases of historicism which, in alternating ways, used Gothic, Renaissance and Baroque elements and ornaments, before around 1900 Art Nouveau established itself as a new style of architecture. The basic formal concept of these revival styles was the classical instrumentation (historical orders), however concentrating mainly on the facades as the part of a building visible by the public. From the viewpoint of technologies used to decorate and cover the facades, the 19th century is characterized by the contrast of traditional materials and crafts with newly developed products and processes. Thus, from 1800, a revival of ancient Roman building traditions such as polished finishings for plaster and stucco appeared side by side with new materials, e.g. the early cements and stone-like

compositions of plaster. Later on various formulations of hydraulic lime plasters, terracotta elements and cast decorations e.g. of Roman cements were in use, but even a new interest in the Renaissance technique of sgraffito, in facade paintings in fresco, or in glazed tiles can be noticed. Otherwise, plain but perfectly finished surfaces of the proper building materials were highly valued, but various washings and coloured paints were frequently used, too. From about 1830 onwards, the integration of cast zinc elements spread from Berlin to central Europe (often imitating stone). This was followed by imitations of brickwork, the revival of traditional lime and oil paints, and the new silicate paint added to a rich selection for decorators and artists. International exchange was promoted by periodicals for professionals on new technologies and buildings which also reported about research, new products and inventions. This was highly stimulated by the World Exhibitions from 1851 onwards and by the supranational engagement of renowned architects and engineers throughout Europe and the USA. The contribution will try to present an overview of many of these contrasting aspects of innovation and tradition on the facades of the heritage buildings from 19th century. Architectural restoration of this vast stock of – mainly not listed and protected – buildings originating from the period discussed above is an important task of our age. Frequently, we see inadequate interventions, such as the use of incompatible mortar and paint systems with arbitrarily chosen surface textures and colours. In order to preserve these facades in their original shape and colour, we need a revival of proper historic materials and techniques such as Roman cements. Making them available again could bring about a new spirit towards authenticity in the preservation of this heritage.

## **Résumé**

***Le patrimoine architectural au 19e siècle en Europe : histoire et problèmes liés à sa conservation, M. Koller***

*On peut distinguer au cours du 19ème siècle, plusieurs périodes architecturales très proches. Commencant par les façades simples et nues du néo-classicisme et de l'Empire, le style des bâtiments évolua dans la seconde moitié du siècle vers différentes formes d'historicisme qui, de façon alternée, utilisèrent des éléments et des ornements gothiques, renaissances ou baroques, avant l'Art nouveau qui s'établit vers 1900 comme un nouveau style d'architecture. Le concept de base de ces styles historicistes était fondé sur des moyens architecturaux classiques (les ordres historiques) mais en se concentrant principalement sur les façades comme partie du bâtiment visible par le public. Du point de vue des technologies utilisées pour décorer et couvrir les façades, le 19ème siècle est caractérisé par le contraste qui s'établit entre les matériaux et les techniques artisanales traditionnelles et l'utilisation de produits et procédés nouvellement développés. Ainsi, autour et après 1800, on voit une volonté de retour vers les anciennes traditions de la construction romaine comme les finitions polies pour le plâtre et le stuc, alors qu'apparaissent en même temps de nouveaux matériaux, comme, par exemple, les premiers ciments et les enduits imitant la pierre. Plus tard, on peut remarquer l'emploi de diverses formulations d'enduits à la chaux hydraulique, des éléments de terre cuite et des décorations moulées, par exemple en ciment romain, tandis que naît un nouvel intérêt pour la technique du sgraffito Renaissance, pour les peintures à fresque de façade, ou pour les tuiles vernissées. D'un autre côté, on apprécie les surfaces lisses mais parfaitement finies faites de matériaux de construction bien choisis, mais on utilise aussi souvent différents badigeons et des peintures colorées. À partir de 1830, l'intégration d'éléments en zinc moulé (souvent imitant la pierre) se propage de Berlin à l'Europe Centrale. Elle est suivie par des imitations de brique, un retour à l'emploi de la chaux traditionnelle et des peintures à l'huile, et les nouvelles peintures silicatées viennent s'ajouter à une riche palette des décorateurs et des artistes. Les échanges internationaux ont été favorisés par la publication de périodiques pour les professionnels sur les nouvelles technologies et les bâtiments, ceux-ci informant aussi sur la recherche, les nouveaux produits et les inventions. Ces échanges ont été fortement stimulés par les Expositions Universelles à partir de 1851 et grâce au recrutement au niveau international d'architectes de renom et d'ingénieurs dans toute l'Europe et les Etats-Unis. La présente contribution essaiera de présenter un aperçu de ces nombreux aspects contrastés de l'innovation et de la tradition sur les façades des monuments du 19ème siècle. La restauration architecturale de ce vaste ensemble - principalement non classé et ni protégé - de bâtiments datant de cette période est aujourd'hui une tâche importante. Souvent, nous voyons des interventions inadéquates, telles que l'utilisation de mortiers incompatibles avec le support et de systèmes de peinture dont les textures et les couleurs de surface sont choisis de façon arbitraire. Afin de préserver ces façades dans leur forme et leurs couleurs originales, il est nécessaire de faire retour aux matériaux et aux techniques historiques tels que l'emploi des ciments romains. Les rendre disponibles pourrait entraîner un nouvel esprit d'authenticité dans la préservation de ce patrimoine.*



# Production of European Roman cements: history and the situation today

## *Production de ciments romains européens : histoire et situation actuelle*

### **SCHWARZ Wolfgang**

CAS Composite Anode Systems GmbH  
Lerchenfelderstrasse 158/7/51-53  
1080 Wien, Austria  
www.cas-composite.com  
0043-1-990-5995  
schwarz@cas-composite.com



Wolfgang Schwarz is director of CAS Composite Anode Systems GmbH, a company specialized in innovative technologies for concrete rehabilitation and innovative hydraulic binders. Wolfgang Schwarz studied and received his PhD in 1979 at the Federal Institute of Technology in Zurich, Switzerland (ETH-Z). 1979-86, Postdoc Boston University, Visiting Scientist IBM Research, Ca. USA, Senior Scientific Assistant University of Geneva; 1986 – 1989 Project Management Environmental Technology, Simmering Graz Pauker, Wien; 1989 – 1993 head of task force „Novel Cements“, HOLCIM, Holderbank (CH); 1993 – 1999 development of Innovative Binders for W&P, Schretter, RÖFIX, Corrosion Protection of Steel in Concrete for PROTECTOR AS, 1999 Start Up of CAS Composite Anode Systems GmbH.

*Wolfgang Schwarz est directeur de CAS Composite Anode Systems GmbH, société spécialisée dans les technologies innovantes pour la réhabilitation du béton et les liants hydrauliques innovants. Wolfgang Schwarz a étudié au “Federal Institute of Technology” de Zurich, en suisse (ETH-Z), où il a obtenu un doctorat en 1979. Entre 1979 et 1986, il a effectué un Post-doctorat à l’université de Boston, visité le Scientist IBM Research, aux USA, puis il a été Assistant Scientifique Senior à l’Université de Genève. De 1986 à 1989; il a mené des projets sur les technologies environnementales (Simmering Graz Pauker) à Vienne. De 1989 à 1993, il a été responsable des nouveaux ciments chez HOLCIM en Suisse. De 1993 à 1999 il a développé de nouveaux liants pour W&P, Schretter, RÖFIX, Corrosion Protection of Steel in Concrete for PROTECTOR AS. Enfin en 1999 il a démarré l’activité de sa société CAS Composite Anode Systems GmbH.*

### **Publications**

- [1]. J. Weber, N. Mayr, R. Kozłowski, G. Adamski, D. Mucha, D. Hughes, D. Jaglin, W. Schwarz, Microstructure and Mineral Composition of Roman Cements Produced at Defined Calcination Conditions, *Materials Characterization* 58, 1217 – 1228 (2007)
- [2]. R. Vyskocilova, W. Schwarz, D. Mucha, D. Hughes, R. Kozłowski, J. Weber, Hydration Processes in Pastes of Roman and American Natural Cements, *Journal of ASTM International*, Vol. 4, No. 2 (2007)
- [3]. W. Schwarz, K. Sujata, H.M. Jennings, A. Gerdes, F.H. Wittmann, Chemically Modified Hydration of Portland Cement and its Implication for the Kinetics of the Hydration of Ordinary Portland Cements, in *Hydration and Setting*, Ed. A. Nonat, RILEM Proceedings PRO 13, 235 - 254 (1997)

## Abstract

### **Production of European Roman cements: history and the situation today, W. Schwarz**

Roman Cement, patented by J. Parker in 1796, was the first documented hydraulic binder since the classical Roman cements used during the Roman Empire. Parker's Roman Cement, however, was not a puzzolanitic binder but a highly reactive belite cement manufactured by calcination of clay rich marls below sintering temperatures. Roman cements fulfilled the urgent needs during the early industrialization in Europe and USA for building infrastructure (channels, bridges, sewers, harbour structures), including military fortifications. Roman cements were produced mainly in England, France, Switzerland, and Germany and in the territory of the Austrian Empire and in the US throughout the 19<sup>th</sup> century until the early 20<sup>th</sup> century. The binders were particularly widely used for decorative purposes on representative buildings of the rapidly growing cities to produce mortars for renderings, joints and cast decorative elements. In the beginning of the 20<sup>th</sup> century, Roman cement was replaced within about two decades by Portland cement, patented by J. Aspdin 1824. Roman cement could not compete with availability of raw materials, production cost and applicability (setting time, workability, strength development) of Portland cement mortars and concretes. Presently, the interest in Roman Cement arose again due to the evidence that, in the restoration of historic buildings, Roman Cements may not be replaced by substitute materials containing Portland cement or other contemporary hydraulic binders. In the previous research project – ROCEM – Roman Cement were shown to exhibit unique properties like high durability, sulfate resistance and efficient water transport properties that make them interesting repair materials. Within the current ROCARE project, Roman cements were produced successfully with two different technologies (in shaft or rotary kilns) on three different manufacturing scales ranging from 1 ton/day to 400 tons/day.

## Résumé

### **Production de ciments romains européens : histoire et situation actuelle, W. Schwarz**

*Le ciment romain, breveté par J. Parker en 1796 a été le premier liant hydraulique référencé, depuis les ciments utilisés sous l'empire romain. Le ciment romain de Parker n'était pas un liant pouzzolanique, mais un ciment bélitique très réactif, obtenu par la calcination de marnes riches en argile, à des températures inférieures à leur point de fusion. Les ciments romains ont répondu aux besoins pressants de construction d'infrastructures (canaux, ponts, égoûts, structures portuaires, fortifications militaires) durant les premières années de l'industrialisation en Europe et aux USA. Les ciments romains ont été essentiellement produits en Angleterre, en France, en Suisse, en Allemagne et dans le territoire de l'ancien empire d'Autriche, mais aussi aux Etats-Unis, tout au long du 19<sup>e</sup> siècle et jusqu'au début du 20<sup>e</sup> siècle. L'usage de ces liants était particulièrement répandu pour décorer les bâtiments représentatifs de ces villes en pleine croissance, et notamment pour produire des mortiers d'enduit ou de joints, ou encore pour mouler des éléments décoratifs. Au début du 20<sup>e</sup> siècle, en à peine une vingtaine d'années, le ciment romain a été remplacé par le ciment Portland, breveté par J. Aspdin en 1824. Face aux ciments Portland, les ciments romains n'étaient pas suffisamment compétitifs en termes de disponibilité des matières premières, coûts de production et facilité de mise en œuvre (temps de prise, maniabilité, développement de résistance mécanique). Actuellement les ciments romains connaissent un regain d'intérêt, dû au fait que dans le domaine de la restauration des monuments historiques, les ciments romains d'origine ne peuvent pas être substitués par des matériaux à base de ciment Portland, ou d'autre type de liant contemporains. Lors d'un précédent projet de recherche "ROCEM", les propriétés uniques de ces ciments romains ont été mises en évidence, et notamment leur bonne durabilité, leur résistance aux sulfates et leurs propriétés de transferts hydriques, qui en font des matériaux de réparation intéressants. Dans le cadre du projet en cours « ROCARE », des ciments romains ont pu être fabriqués en utilisant deux types de technologies (fours verticaux ou rotatifs), à trois différentes échelles de production, depuis 1 tonne par jour, jusqu'à 400 tonnes par jour.*

# Composition et hydratation des ciments romains

## *Composition and hydration of Roman cements*

**GOSSSELIN Christophe** (\*)

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne  
Laboratoire des Matériaux de Construction  
STI-LMC  
1015 Lausanne  
Switzerland  
christ.gosselin@gmail.com



(\*) maintenant GEOTEST SA,  
En Budron E7, CH-1052 Le Mont sur Lausanne, Switzerland

Dr Christophe Gosselin a obtenu un master en génie civil (Paris, 2000), en science de la conservation (Paris, 2006) et un doctorat en science des matériaux (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2009). Il travaille depuis douze ans en France et en Suisse dans le domaine du ciment et du béton pour des laboratoires privés et publics (Solétanche Bachy, Ecole Centrale Paris, Laboratoire de recherche des monuments historiques, Kerneos, EPFL, Geotest).

*Dr Christophe GOSSSELIN received his MSc in Civil Engineering (Paris, 2000), in Conservation Science (Paris, 2006) and a PhD in Materials Science (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2009). He works since twelve years in France and Switzerland in the field of cement and concrete for private and public laboratories (Soletanche Bachy, Ecole Centrale Paris, Laboratory of Research on Historical Monuments, Kerneos, EPFL, Geotest).*

## **Publications**

- [1]. Gosselin C., K.L. Scrivener and S.B. Feldman "Microstructure of Roman cements used for architectural restoration" Proceedings of the 13th International Conference on the Chemistry of Cement, Madrid, 3-8 July 2011.
- [2]. Kloppmann W., P. Bromblet, J-M. Vallet, V. Vergès-Belmin. O. Rolland, C. Guerrot, C. Gosselin (2011) "Building materials as intrinsic sources of sulphate: A hidden face of salt weathering of historical monuments investigated through multi-isotope tracing (B, O, S) " Science of the Total Environment, 409 (9): 1658-1669.
- [3]. Gosselin C., V. Vergès-Belmin, A. Royer and G. Martinet (2009) "Natural cement and monumental restoration" Materials and Structures, 42(6): 749-763.

## Résumé

### Composition et hydratation des ciments romains, C. Gosselin

La composition des ciments romains est très dépendante des matières premières (marnes avec différents minéraux secondaires) et les conditions de calcination (type de four, profil de température, etc.). D'après la littérature du XIX<sup>ème</sup> et du XX<sup>ème</sup> siècle, la composition en oxyde était variable dans les ciments produits en Europe, indiquant l'absence d'une norme de production. Cette présentation a pour but de comparer la composition de ciments romains contemporains (les ciments élaborés dans le cadre des projets européens Rocem et Rocare, ainsi que le ciment prompt Vicat). Le gradient de température a une influence majeure sur la précipitation et la réactivité des silicates dicalciques ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) ou la gehlenite ( $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ) qui sont les principales phases responsables du durcissement à long terme. Ceci est particulièrement bien illustré pour les échantillons calcinés dans le four vertical traditionnel dans lequel la température augmente entre les parois internes et le centre du four. L'hydratation à jeune âge des ciments romains est une réaction très rapide conduisant à la formation de différents produits d'hydratation (appelés AFm et Aft dans la nomenclature de la chimie du ciment). Alors que la cinétique d'hydratation est comparable (le temps de prise est de l'ordre de quelques minutes pour tous les ciments), la nature des produits formés est influencée par la présence de réactifs secondaires (par exemple le sulfate ou le carbonate de calcium). Les AFm carbonatés ou les Aft sulfatés deviennent rapidement les produits d'hydratation prédominants et stables pendant plusieurs années de durcissement.

## Abstract

### Composition and hydration of Roman cements, C. Gosselin

*The composition of Roman cements strongly depends on the raw materials (marlstones with different secondary minerals) and the calcination conditions (type of kiln, temperature profile, etc.). From the 19th and the 20th century literature, the oxide composition differed in the cements produced all over Europe, indicating no standard of production. This presentation will compare the composition of modern Roman cements (the cements elaborated within the ROCEM and ROCARE projects and the Vicat Prompt cement). The temperature gradient has a great influence on the formation and the reactivity of dicalcium silicate ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) or gehlenite ( $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ) which are the main phases responsible for the long-term hardening. This is particularly well illustrated in the samples produced in a traditional shaft kiln where the temperature increases from the boundaries to the core of the kiln. The early-age hydration of Roman cements is a very rapid reaction leading to the formation of different hydration products (called AFm and Aft phases in the cement chemistry nomenclature). While the kinetics of hydration is comparable (the setting time is of the order of few minutes for all cements), the nature of the products formed is influenced by the presence of minor reactants (i.e. sulphate or calcium carbonate). The carbonate AFm or the sulphate Aft become rapidly the predominant hydration products and remain stable for several years of curing.*

## Salt resistant mortars: present knowledge and future perspectives

*Mortiers résistants aux sels : connaissances actuelles et perspectives futures*

### LUBELLI Barbara

Faculty of Architecture, Delft University of Technology  
& TNO Technical Sciences  
Delft, NL  
31 (0) 15 2781004  
b.lubelli@tudelft.nl  
barbara.lubelli@tno.nl



Barbara Lubelli (1971) (PhD, Faculties of Architecture and Civil Engineering, Delft University of Technology, The Netherlands, 2006) is assistant professor at the Faculty of Architecture of the Delft University of Technology, and research scientist at the Netherland Organization for Applied Scientific Research (TNO). Her research focusses on durability of traditional building materials, study of moisture related weathering processes and development and assessment of conservation techniques.

*Barbara Lubelli (1971) (Doctorat de la faculté d'Architecture et de Génie civil, de l'université technologique de Delft, Hollande, 2006) est professeur-assistant à la faculté d'architecture de l'université technologique de Delft, et chercheur à la "Netherland Organization for Applied Scientific Research (TNO)". Ses thématiques de recherche concernent la durabilité des matériaux de construction traditionnels, les processus d'altération liés à l'humidité et l'étude et le développement de techniques de conservation.*

### Publications

- [1]. B. Lubelli, R.P.J. van Hees, C.J.W.P. Groot., Sodium chloride crystallization in a salt transporting restoration plaster, *Cem Concr Res*, 36 (2006), 1467-1474.
- [2]. R.P.J. van Hees, B. Lubelli, (eds), special issue "Compatibility of Plasters and Renders on Salt Loaded Substrates", *Constr Build Mater*, 23 (2009), 1713-1759.
- [3]. B. Lubelli, T.G. Nijland, R.P.J. van Hees, A. Hacquebord, Effect of mixed-in crystallization inhibitor on resistance of lime-cement mortar against NaCl crystallization, *Constr Build Mater*, 24 (2010), 1466-1472.

## **Abstract**

**Salt resistant mortars: present knowledge and future perspectives, B. Lubelli**

Salt crystallization damage is one of the most common causes of decay for bedding, pointing and plastering mortar. Attempts to tackle the problem have been mainly focused on increasing the mechanical strength of the mortar, by the replacement of lime with Portland cement, or on reducing the moisture transport capacity, by the addition of silicone based water repellents. Both solutions showed to often have a limited durability to salt decay and a low compatibility with historical buildings. Recently research has started to explore new possibilities for improving the durability of mortars to salt damage; these include engineering of the pore size, replacement of silicone based additives with natural organic water repellent substances and mixing-in salt crystallization inhibitors able to reduce the harmfulness of salt crystallization. Some preliminary studies show that these directions can be promising for obtaining more durable mortars, compatible with historical buildings.

## **Résumé**

***Mortiers résistants aux sels : connaissances actuelles et perspectives futures, B. Lubelli***

*La cristallisation de sels est l'une des principales causes d'altération des mortiers de pose, de joint et d'enduit. Les principales tentatives pour résoudre le problème ont essentiellement consisté à augmenter la résistance mécanique des mortiers, en remplaçant la chaux par des ciments, ou à réduire leur capacité de transfert hydrique, par l'adjonction d'hydrofuges à base de silicone. Les deux solutions ont souvent montré une durabilité limitée vis-à-vis des dégradations liées aux sels, et une faible compatibilité avec les monuments historiques. Récemment la recherche a commencé à explorer de nouvelles possibilités pour améliorer la durabilité des mortiers vis-à-vis des altérations liées aux sels, en travaillant sur la taille des pores, en remplaçant les adjuvants à base de silicone par des substances naturellement hydrofuges, et en introduisant dans les mortiers des inhibiteurs de cristallisation, capables de réduire la dangerosité des cristallisations de sels. Les premières études montrent que ces axes de recherche sont prometteurs, pour la formulation de mortiers plus durables et compatibles avec les monuments historiques.*

## Microstructure of Roman cement mortars, particularly related to moisture transport

*Microstructure des mortiers de ciment romain, liée en particulier aux propriétés de transfert d'humidité*

### **BAYER Karol**

Faculty of Restoration  
University Pardubice  
Jiráskova 3  
57001 Litomyšl  
Czech Republic  
karol.bayer@upce.cz



Karol Bayer is a chemist - conservation scientist focusing on the conservation of stone, wall paintings, architecture surfaces and related areas. Since 1995, he has taught technology of artwork conservation in the School for Conservation and Restoration Techniques in Litomyšl (since 2005, the Faculty of Restoration, University of Pardubice). Since 1993, he has been also an external lecturer at the University of Applied Arts in Vienna, the Institute of Restoration and Conservation. Currently, he is working on his PhD thesis - a study of the matrix microstructure in Roman cement mortars and its relation to their physical and mechanical properties.

*Karol Bayer est un scientifique spécialisé en chimie et en conservation, travaillant principalement sur la conservation des peintures murales, de la pierre, des surfaces architecturales et des domaines connexes. Depuis 1995, il enseigne les sciences de la conservation des œuvres d'art à l'École des techniques de conservation et de restauration à Litomyšl (depuis 2005, Faculté de restauration, Université de Pardubice). Depuis 1993, il est également maître de conférences externe à l'Université des Arts Appliqués de Vienne, à l'Institut de restauration et de conservation. Actuellement, il prépare sa thèse de doctorat – « Etude de la microstructure de la matrice des mortiers de ciment romain et sa relation avec leurs propriétés physiques et mécaniques ».*

### **Publications**

- K. Bayer, C. Gosselin, G. Hilbert, J. Weber, Microstructure of historic and modern Roman cements to understand their specific properties, Proc. 13th Euroseminar on Microscopy Applied to Building Materials, Ljubljana, 14-18 June 2011
- J. Weber, K. Bayer, F. Pintér, 19th century "novel" building materials: examples of various historic mortars under the microscope, 2nd Conference on Historic Mortars - HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop; pp. 397 – 404; RILEM Publications SARL (2010); e-ISBN: 978-2-35158-112-4
- J. Weber, N. Mayr, K. Bayer, D. Hughes, R. Kozłowski, M. Stillhammerova, D. Ullrich, R. Vyskocilova, Roman cement mortars in Europe's architectural heritage of the 19th century“, JAI - Journal of ASTM International, Volume 4, Issue 8 (September 2007), ISSN: 1546-962X

## **Abstract**

### **Microstructure of Roman cement mortars, particularly related to moisture transport, K. Bayer**

Roman cement mortars exhibit a specific performance with regard to their workability, final physical and mechanical properties and long-term stability. The microstructure of the hydrated matrix of Roman cement mortars can be directly correlated with their key properties, i.e. high capillary porosity, water uptake, water vapour permeability, and the mechanical properties. Understanding this relationship makes possible interpreting the mortar properties and even predicting them to some extent. The microstructural features and their development have been studied in the laboratory for diverse modern Roman cements at different ages at laboratory conditions. The investigations are based mainly on SEM of micro-morphology of sample fractures, using primarily secondary electron (SE) and partly back-scattered (BSE) detectors. Typical microstructures of historic and newly prepared Roman cement mortars are presented and compared to those of Portland cement and NHL mortars.

## **Résumé**

### ***Microstructure des mortiers de ciment romain, liée en particulier aux propriétés de transfert d'humidité, K. Bayer***

*Les mortiers de ciment romain montrent des performances particulières au niveau de leur maniabilité, de leurs propriétés physiques et mécaniques et de leur stabilité à long terme. La microstructure de la matrice hydratée des mortiers de ciment romain peut être directement corrélée avec leurs principales propriétés, c'est à dire de fortes porosités capillaires, absorption d'eau, perméabilité à la vapeur d'eau, et propriétés mécaniques. Comprendre cette relation permet d'interpréter les propriétés du mortier, et même les prévoir dans une certaine mesure. Les caractéristiques microstructurales et leur développement ont été étudiés dans le laboratoire pour plusieurs ciments romains modernes, à des âges différents et dans des conditions de laboratoire. Les investigations sont basées principalement sur de la microscopie électronique à balayage (MEB) de micro-morphologie de fractures d'échantillon, en utilisant principalement des détecteurs d'électrons secondaires (SE) et en partie rétrodiffusés (BSE). Des microstructures typiques de mortiers de ciment romain, sur des échantillons anciens et des échantillons fraîchement préparés sont présentées et comparées à celles de ciment Portland et de mortiers de chaux hydraulique naturelle (NHL).*



## Formulating mortars for use in restoration practice

### *Mortiers formulés pour une utilisation en restauration*

**HUGHES David**

School of Engineering, Design & Technology  
University of Bradford, Bradford  
West Yorkshire, UK. BD7 1DP  
44 (0) 1274 233855  
d.c.hughes@bradford.ac.uk



David Hughes is Professor of Construction Materials at Bradford where he has worked since 1985. His PhD study was in the use of fibrillated polyalkene films in cement as a replacement for asbestos cement whilst more recent interests have included the properties of lime and Roman cement mortars.

*David Hughes est professeur en matériaux de construction à Bradford où il travaille depuis 1985. Son doctorat portait sur l'utilisation de films de polyalkene fibrillés dans le ciment en remplacement de l'amiante tandis que ses récents travaux portent plus particulièrement sur les propriétés des mortiers de chaux et de ciment romain.*

### **Publications**

- D.C. Hughes, D. Jaglin, R. Kozlowski, D. Mucha, Roman cements – Belite cements calcined at low temperatures. *Cem. Concr. Res.*, 39, (2009), 77 – 89.
- J.Weber, N. Gadermayr, R. Kozlowski, D. Mucha, D.C. Hughes, D. Jaglin, W. Schwarz, Microstructure and mineral composition of Roman cements produced at defined calcination conditions, *Mater. Charact.* 58 (2007) 1217–1228.
- D. Hughes, D.B. Sugden, D. Jaglin, D.Mucha, Calcination of Roman cement: A pilot study using cement-stones from Whitby, *Constr. Build. Mater.*, 22, (2008), 1446 – 1455.

## **Abstract**

### **Formulating mortars for use in restoration practice, D.C. Hughes**

The principal uses Roman cement mortars in the field of restoration are for the production of cast decorative elements and renders. The formulation of these mortars differs in terms of mix proportions, workability and workable life. A typical specification for a “cast” mortar is 1:0.5 to 1:1 by volume, flow of 19.5 cm and a workable life in the range 15 – 30 minutes; a render mortar is typically 1:1.5 to 1:2.5 by volume, flow of 15.5 cm and a workable life of between 1 – 2 hours. Whilst the former workable life can be obtained by the use of chemical retarders the prolonged life required for renders is generally not possible without the excessive use of chemicals which impairs the performance of the hardened mortar. A “deactivation” process has been developed in which a defined amount of water is added to the sand prior to mixing with the cement for a brief period before “storing” the dry mortar prior to final mixing. In some cases a combination of the two approaches yields best results. Properties of these mortars (strength, water absorption coefficient, water vapour permeability and shrinkage) as well as modifications produced by the inclusion of lime will be described.

## **Résumé**

### **Mortiers formulés pour une utilisation en restauration, D.C. Hughes**

*Les principales utilisations des mortiers de ciment romain dans le domaine de la restauration concernent la production d'éléments décoratifs moulés et d'enduits. La formulation de ces mortiers diffère en termes de proportions du mélange, de maniabilité et de durée pratique d'utilisation (DPU). Une spécification typique pour un mortier de moulage est une formule à 1:0,5 à 1:1 en volume, un étalement de 19,5 cm et une DPU dans la gamme de 15 - 30 minutes; un mortier d'enduit a généralement une formule de 1:1,5 à 1:2,5 en volume, un étalement de 15,5 cm et une DPU entre 1 - 2 heures. Alors que les anciennes DPU pouvaient être obtenues par l'utilisation de retardateurs chimiques, la durée prolongée requise pour les enduits n'est généralement pas possible sans un excès de produits chimiques qui nuisent aux performances du mortier durci. Un procédé de désactivation a donc été développé dans lequel une quantité définie d'eau est ajoutée au sable, qui est ensuite mélangé avec le ciment pendant une brève période, puis le mortier sec est stocké avant le mélange final. Dans certains cas, une combinaison des deux approches conduit aux meilleurs résultats. Les propriétés de ces mortiers (résistance, coefficient d'absorption de l'eau, perméabilité à la vapeur d'eau et retrait) ainsi que les modifications produites par l'ajout de chaux seront décrites.*

## Applications beyond restoration

### *Applications au-delà de la restauration*

#### **HILBERT Georg**

gh-DenkMalPlan  
Hollehochstr. 37  
D-39110 Magdeburg  
0049-171-22 67 990  
office@gh-denkmalplan.de



Georg Hilbert is an independent consultant for material science issues in the field of cultural heritage since the beginning of 2012. Before, for over 15 years, he was head of a cultural heritage department in a company producing restoration materials. His PhD thesis was on the weathering behaviour of a dense limestone quarried south of Münster, Germany. From the beginning of his work in the material science field, he has been interested in correlations between structure and properties of the materials.

*Georg Hilbert est un consultant indépendant en sciences des matériaux dans le domaine des monuments historiques depuis le début de l'année 2012. Auparavant, pendant 15 ans, il a dirigé le département monuments historiques d'une compagnie produisant des matériaux de restauration. Son doctorat portait sur le comportement au vieillissement d'un calcaire dense provenant d'une carrière au sud de Munster en Allemagne. Depuis le début de ses travaux en sciences des matériaux, il s'est intéressé aux corrélations entre structure et propriétés des matériaux.*

## **Publications**

- K. Bayer, C. Gosselin, G. Hilbert, J. Weber, Microstructure of historic and modern Roman cements to understand their specific properties, in: Proc. 13<sup>th</sup> Euroseminar on Microscopy Applied to Building Materials, Ljubljana, 2011.
- J. Weber, G. Hilbert, Romanzement – ein hydraulisches Bindemittel des 19. Jhd. mit interessanten Zukunftsperspektiven für Mörtelanwendungen in der Restaurierung und im Bauwesen, Tagungsband Natursteinkonservierung, IRB Verlag, 2012.

## **Abstract**

### **Applications beyond restoration, G. Hilbert**

The principal application field for Roman cement as a binder is limited to restoration of historic facades in urban centres, primarily of the former Austrian-Hungarian Monarchy like Vienna, Krakow or Lviv, in which the material was used on a massive scale. The usage of Roman cements in this field is necessary to ensure compatibility of the restoration materials with the original substance. In addition, it should be mentioned that Roman cement has been historically used in architectural restoration, though many of these applications have been so far not identified, and the material should be more widely used in restoration again. Beside this historical aspect, the broader usage of Roman cement is interesting on technical grounds owing to its characteristic property profile. One of the main characteristic features of Roman cement mortars is a high rate for moisture transport, resulting from their typical structure. Two possible areas of application should be mentioned as examples of the target-oriented use of characteristic structure of Roman cement based materials:

1. Roman cement as a binder in sacrificial mortars for salt loaded and wet substrates where hydraulic binding should be accompanied by high capillary suction
2. Roman cement as a binder for capillary active internal insulation mortar systems.

## **Résumé**

### **Applications au-delà de la restauration, G. Hilbert**

*Le principal champ d'application pour le ciment romain en tant que liant est limité à la restauration de façades historiques dans les centres urbains, essentiellement de l'ancienne monarchie Austro-Hongroise comme Vienne, Cracovie ou Léopol, dans lesquelles le matériau était utilisé à une grande échelle. L'usage des ciments romains dans ce domaine est nécessaire pour assurer la compatibilité des matériaux de restauration avec la matière originelle. De plus, il faut souligner que le ciment romain a été utilisé historiquement en restauration architecturale, bien que nombre de ces applications n'aient pas été encore jusqu'à présent identifiées, et que le matériau puisse être de nouveau utilisé plus largement en restauration. A côté de cet aspect historique, un usage plus étendu du ciment romain serait intéressant pour des raisons techniques en raison de ses propriétés caractéristiques. Une des principales caractéristiques des mortiers de ciment romain est un fort taux de transfert d'humidité, résultant de leur structure particulière. Deux domaines possibles d'application doivent être cités comme exemple d'une utilisation ciblée de la structure caractéristique du matériau:*

- *ciment romain comme liant dans des mortiers sacrificiels pour des substrats chargés en sels et humides où les échanges hydrauliques doivent être accompagnés d'une forte capillarité ;*
- *ciment romain comme liant pour des systèmes de mortier d'isolation interne à capillaires actifs.*

## **A path to a Standard for the family of Roman cements**

### ***Une voie vers une norme pour la famille des ciments romains***

**HUGHES David**

School of Engineering, Design & Technology  
University of Bradford, Bradford  
West Yorkshire, UK. BD7 1DP  
44 (0) 1274 233855  
d.c.hughes@bradford.ac.uk



David Hughes is Professor of Construction Materials at Bradford where he has worked since 1985. His PhD study was in the use of fibrillated polyalkene films in cement as a replacement for asbestos cement whilst more recent interests have included the properties of lime and Roman cement mortars.

*David Hughes est professeur en matériaux de construction à Bradford où il travaille depuis 1985. Son doctorat portait sur l'utilisation de films de polyalkene fibrillés dans le ciment en remplacement de l'amiante tandis que ses récents travaux portent plus particulièrement sur les propriétés des mortiers de chaux et de ciment romain.*

### **Publications**

- R. Vyskocilova, W. Schwarz, D. Mucha, D. Hughes, R. Kozłowski, J. Weber, Hydration processes in pastes of Roman and American natural cements, J. ASTM Int. 4 (2) (2007) Paper ID JAI100669, available online at [www.astm.org](http://www.astm.org).
- R. Tišlova, A. Kozłowska, R. Kozłowski, D. Hughes, Porosity and specific surface area of Roman cement pastes. Cem. Concr. Res., 39 (2009), 950 – 956).
- R. Kozłowski, D. Hughes, J. Weber, Roman cements - key materials of the built heritage of the nineteenth century, In: Materials, Technologies and Practice in Historic Heritage Structures, M. Boatenaru Dan, R. Pøikryl, Á. Török (Eds.), Springer, Berlin, 2010.

## **Abstract**

### **A path to a Standard for the family of Roman cements, D.C. Hughes**

Roman cements are a distinctive family of materials and are not covered by the European Normes for either limes (EN 459-1) or Portland cements (EN 197-1). There are National Standards in France (NF P 15-314) and Spain (UNE 80309) for Roman cements. Whilst these Standards are suitable for the cement produced in the respective country they are not flexible enough to apply to all of the cements produced during the ROCARE Project. Consequently, the opportunity has been taken to develop a ROCARE Standard suitable for all current cements and which adopts a 1:3 mortar as utilised in EN 459-1 and EN 197-1. It is hoped that this will form the basis for discussions to produce a new EN. The current draft accounts for the fact that Roman cement may be produced by large-scale “established” cement manufacturers and by small-scale “artisans” whose principal focus is exclusively on the conservation market and who calcine cement to order. It also accommodates the variety of Roman cements and their individual characteristics such as rate of reaction and water demand.

## **Résumé**

### ***Une voie vers une norme pour la famille des ciments romains, D.C. Hughes***

*Les ciments romains constituent une famille distincte de matériaux et ne sont pas couverts par les normes européennes comme pour les chaux (EN 459-1) ou les ciments Portland (EN 197-1). Il existe des normes nationales en France (NF P 15-314) et en Espagne (UNE 80309) pour les ciments romains. Bien que ces normes soient adaptées aux ciments produits dans les pays concernés, elles ne sont pas suffisamment flexibles pour s'appliquer à tous les ciments produits durant le projet ROCARE. Par conséquent, l'occasion a été saisie d'élaborer une norme ROCARE adaptée à tous les ciments romains courants et qui adopte un mortier 1:3, comme dans l'EN 459-1 et l'EN 197-1. Il est à espérer qu'elle servira de base de discussions pour produire une nouvelle norme européenne. L'avant-projet prend en compte le fait que les ciments romains peuvent être produits à grande échelle par des cimentiers et à petite échelle par des artisans, dont le principal objectif est exclusivement le marché de la conservation, et qui calcine le ciment à la commande. Il s'adapte également à la variété de ciments romains et à leurs caractéristiques individuelles telles que le taux de réaction et la demande en eau.*

# Issues of application of Roman cement mortars in restoration practice

## *Points sur l'application des mortiers de ciment romain en restauration*

### **GURTNER Christian**

ATELIER GURTNER WIEN

Univ.Lekt. Mag. Christian Gurtner

akad. Restaurator und Bildhauer

Zirkusgasse 39

A - 1020 Wien



Christian Gurtner, since 1981 owner of AGW Atelier Gurtner Wien, an atelier for restoration and conservation of stone, mineral building materials and wood in Vienna, started his career with an education in woodcarving in the early seventies. After several years of professional experience, Christian Gurtner graduated from the University of Applied Art in Vienna in 1996. The field of his academic study was "Stone and other mineral building materials". In 2009, he successfully completed the examination for the master craftsman's certificate in stonemasonry including static requirements. In addition to leading his own company, he is employed as a lecturer at the University of Applied Art in Vienna at the Institute of Conservation and Restoration since 2003. Parallel to his professional and academic occupations, Christian Gurtner is an official member of the Association of Austrian Restorers (ÖRV).

*Christian Gurtner, propriétaire depuis 1981 de AGW Wien Atelier Gurtner, un atelier de restauration et de conservation de la pierre, de matériaux de construction minéraux et de bois à Vienne, a débuté sa carrière par une formation en sculpture sur bois dans les années soixante-dix. Après plusieurs années d'expérience professionnelle, Christian Gurtner a été diplômé de l'Université des arts appliqués à Vienne en 1996. Le thème de son étude universitaire était "La pierre et autres matériaux de construction minéraux". En 2009, il réussit l'examen pour le certificat de maître artisan en maçonnerie de pierre. En plus de diriger sa propre entreprise, il est depuis 2003 maître de conférence à l'Université des Arts appliqués à Vienne, à l'Institut de conservation et de restauration. Parallèlement à ses occupations professionnelles et académiques, Christian Gurtner est un membre officiel de l'Association des restaurateurs autrichiens (ÖRV).*

### **Scientific projects**

1990 – 1993	Member of the project: "Corrosion protection of the combined stone-metal objects" the University of Applied Art in Vienna, Department of Technical Chemistry und Archaeometry, o. Univ. Prof. Dr. A. Vendl GZ 49.701/3-II/A/4/90, Department for Science and Research
1993 – 1997	Leading restorer of the Austrian – Turkish joint research project: "Constantinople - The Great Palace Mosaic"; Austrian Academy of Science and the Directorate-General of Monuments and Museums in Turkey
2003 – 2007	The European Commission Research Project: FP-5-EVK4-CT-2002-00084 ROCEM <i>Roman Cement to restore built heritage effectively</i>
2009 – 2012	The European Commission Research Project: FP7-ENV-2008-1226898 ROCARE, <i>Roman Cements for Architectural Restoration to New High Standards</i>

## **Abstract**

### **Issues of application of Roman cement mortars in restoration practice, Christian Gurtner**

As a consequence of a lack of historic binding material Roman Cement, for many decades, facades of buildings built all over Europe in the second half of the 19th and early 20th centuries - known in Germany and Austria as Gründerzeit - were renovated using methods and materials of the modern construction sector. However, not only do these methods and materials cause a high risk to the original substance due to incompatibility, but also the final appearance differs extremely from the aesthetic appeal of the 19th century. Within the scope of the European Commission Project ROCEM (2003 – 2006), the re-establishment of this historical natural cement was achieved. Since then, and especially with the start of the current EU-Project ROCARE, the group of participants – scientists and restorers - are testing and designing new guidelines for durable and effective restoration work using the new–old Roman Cement. The main focal points are the preservation of original substance by using the appropriate methods of cleaning the surface, consolidating the structure, reconstructing missing details, retouching work and finally the paint coatings.

## **Résumé**

### **Points sur l'application des mortiers de ciment romain en restauration, Christian Gurtner**

*En raison du fait que le matériau historique, le „ciment romain“, n'était plus disponible pendant de nombreuses décennies, les façades de bâtiments construits dans toute l'Europe dans la seconde moitié du 19e siècle et au début du 20e siècle - connues en Allemagne et en Autriche comme Gründerzeit - ont été rénovées en utilisant des méthodes et des matériaux du secteur de la construction moderne. Cependant, ces méthodes et ces matériaux provoquent non seulement un risque élevé pour le matériau originel dû à leur incompatibilité, mais aussi l'apparence finale est extrêmement différente de l'esthétique du 19e siècle. Dans le cadre du projet de l'Union européenne ROCEM (2003 - 2006), une nouvelle fabrication de ce ciment naturel historique a été possible. Depuis lors, et surtout avec le début de l'actuel projet européen ROCARE, le groupe de participants - scientifiques et restaurateurs - mettent à l'essai et conçoivent de nouvelles lignes directrices pour des travaux de restauration durables et efficaces en utilisant le „nouveau-ancien“ ciment romain. Les principaux points à considérer sont la préservation du matériau originel en utilisant les méthodes appropriées de nettoyage de surface, la consolidation de la structure, la reconstruction de détails manquants, le travail de retouche et enfin le revêtement par peinture.*



## Diagnosing and restoring Roman cement facades in Krakow, Poland

### *Diagnostic et restauration de façades en ciment naturel à Cracovie, Pologne*

#### **OLESIAK Jacek**

Remmers Polska Sp. z o.o.  
ul. Sowia 8,  
62-080 Tarnowo Podgórne, Poland  
mobile: +48 607 088 962  
jolesiak@remmers.pl



Jacek Olesiak received his master degree in restoration and conservation from the Academy of Fine Arts in Krakow, Poland in 1994. He specialized in the conservation of panel, canvas and wall paintings. Since 1999, he has been a conservation consultant to Remmers Polska Ltd, a Polish branch of the renowned producer of materials for the restoration of architectural heritage. His main activity area is assessment of state of preservation of historic buildings and development of strategies for their restoration and protection. As a conservation specialist, he has participated in the EU ROCEM and ROCARE projects on manufacturing and use in the conservation of Roman cements.

*Jacek Olesiak est diplômé d'un master en conservation-restauration de l' « Academy of Fine Arts » de Cracovie, en Pologne, depuis 1994. Il est spécialisé dans la restauration de retables, peintures de chevalet et peintures murales. Depuis 1999, il est consultant en conservation pour l'entreprise Remmers Polska Ltd, la branche polonaise du producteur de matériaux de restauration pour les monuments historiques. Son principal domaine d'activité est le diagnostic de l'état de préservation des monuments historiques et le développement de stratégies pour leur conservation et leur protection. Il a participé aux projets européens ROCEM et ROCARE dédiés à la production de ciments romains et à leur utilisation dans la conservation, en tant que spécialiste de la conservation.*

## **Abstract**

### **Diagnosing and restoring Roman cement facades in Krakow, Poland, J. Olesiak**

The second half of the nineteenth century was an era of rapid urban expansion of the city of Krakow and intense construction activity. Roman cements were used on a massive scale to decorate both monumental public buildings and residential architecture. Therefore, appropriate restoration of historic Roman cement facades has been of key importance to the city. Re-establishing Roman cement based materials and application techniques, as a consequence of the efforts of the European Commission ROCEM project (2003-2006), brought a radical change to the conservation practice in the city. A full scale restoration of a Roman cement façade of the former Trade Academy (1904-1905) was a pioneering project carried out in years 2005 – 2008 with the use of new materials compatible with the historic substance of the original decoration. Since then, a large number of buildings both municipal and private have been restored using Roman cement based mortars and paints, a process actively supported by the conservation authorities of the Municipality of Krakow and the local funding body - The Citizen's Committee of the Renovation of Krakow. A unique development is a growing tendency to leave cleaned and repaired Roman cement elements uncoated – not even with a Roman cement paint – and show their authentic, aged surface. The excellent aesthetic result obtained should encourage the conservation community to shift their attention to the possibility of conserving rather than restoring the historic Roman cement stuccoes. Brochures with detailed information on these conservation projects are downloadable from the ROCARE website [www.rocare.eu](http://www.rocare.eu)

## **Résumé**

### **Diagnostic et restauration de façades en ciment naturel à Cracovie, Pologne, J. Olesiak**

*La seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle a été une période d'intense activité de construction et de rapide expansion urbaine dans la ville de Cracovie. Les ciments romains ont été massivement utilisés pour décorer aussi bien des édifices publics monumentaux, que de l'architecture résidentielle. Aussi, le développement de solutions de restauration adaptées à ces façades en ciment romain a revêtu une importance particulière pour la ville. La re-découverte de ces matériaux à base de ciment romain et de leurs techniques de mise en œuvre, suite au projet ROCEM (2003-2006), soutenu par la communauté européenne, a généré des changements radicaux dans les pratiques de conservation à Cracovie. La restauration à grande échelle de la façade en ciment romain de l'ancienne "Trade Academy" (1904-1905) a constitué un projet pionnier, réalisé entre 2005 et 2008, où de nouveaux matériaux, compatibles avec les mortiers d'origine des décorations d'époque ont été mis en œuvre. Depuis, un grand nombre d'édifices, municipaux et privés ont été restaurés en utilisant des mortiers et peintures à base de ciment romain, avec le soutien actif des autorités de conservation de la municipalité de Cracovie et de la fondation "The Citizen's Committee of the Renovation of Krakow". La tendance en vogue est, après nettoyage, de laisser bruts les éléments en ciment romain, - sans même une peinture à base de ciment romain - afin de faire apparaître leur surface originelle, vieillie. L'excellent résultat esthétique obtenu devrait encourager la communauté de la conservation à considérer la possibilité de conserver, plutôt que de restaurer, ces façades historiques en ciment romain. Une documentation, avec des informations détaillées sur ces projets de conservation est téléchargeable sur le site web du projet ROCARE : [www.rocare.eu](http://www.rocare.eu).*

## **Diagnosing and restoring Roman cement facades: the Arcade Wall – a remaining part of the Land Bank Society building in Warsaw**

*Diagnostiquer et restaurer des façades en ciment romain : l'Arcature - un vestige du bâtiment de la Société de la Land Bank à Varsovie*

**CZYŃSKI Maciej**

Renova sp. z o.o.  
ul. Piękna 47  
00-672 Warszawa, Poland  
mobile: +48604632524  
maciek@renova.waw.pl



Maciej Czyński received his master's degree in history of art at the Jagiellonian University in Krakow in 2000. Later, he followed postgraduate studies in conservation and restoration of architecture and urban planning at the Krakow University of Technology, Faculty of Architecture. Since 2001, he has been working for Renova sp. z o.o., a privately-owned restoration company in Warsaw. His scope of competence includes archival and historical research, photographic documentation, preparing restoration programmes and reports, and project management for selected company's contracts.

*Maciej Czyński a obtenu son diplôme de master en histoire de l'art à l'université Jagiellonian à Cracovie en 2000. Il suivit ensuite des études post-diplôme en conservation et restauration de l'architecture et planification urbaine à l'université technologique de Cracovie, faculté d'architecture. Depuis 2001, il travaille pour Renova, société de restauration privée à Varsovie. Ses champs de compétences comprennent la recherche archivistique et historique, la documentation photographique, la préparation de programmes de restauration et de rapports, et la gestion de projet pour des entreprises.*

## Abstract

### **Diagnosing and restoring Roman cement facades: the Arcade Wall – a remaining part of the Land Bank Society building in Warsaw, M. Czyński**

The Land Bank Society building was designed by Italian-born architect Henry Marconi and built between 1853-58 in the heart of the 19<sup>th</sup> century Warsaw. The neo-Renaissance façade is directly linked to Vincenzo Scamozzi's Procuratorie Nuove in Venice. The mortars used at the construction site mostly consisted of Roman cement supplied by a Polish cement factory located in the small village of Koziol in the south of Poland. It is one of the first documented usages of Roman cement in Poland. The Land Bank Society building was heavily damaged during the WWII – nearly 70% was demolished. Nowadays, after rebuilding in 1962-71, the edifice hosts the State Ethnographical Museum. The only remaining original piece of the former building is the entrance to the backyard – the Arcade Wall. It was left after the war as a relict – intact, without any restoration. Renova Ltd, as a member of the ROCARE consortium, has prepared detailed preservation plans that were preceded by comprehensive research including mortar analysis, structural studies and measurements. The restoration is currently under way.

## Résumé

### **Diagnostiquer et restaurer des façades en ciment romain : l'Arcature – un vestige du bâtiment de la Société de la Land Bank à Varsovie, M. Czyński**

*Le bâtiment de la Société de la Land Bank fut dessiné par l'architecte italien Henry Marconi et construit entre 1853 et 1858, au cœur du 19<sup>ème</sup> siècle varsovien. La façade néo-renaissance est directement inspiré des Procuratorie Nuove de Vincenzo Scamozzi à Venise. Les mortiers utilisés lors de la construction du site sont majoritairement constitués de ciment romain fourni par une cimenterie polonaise, localisée dans le petit village de Koziol dans le sud de la Pologne. C'est un des premiers usages documentés de ciment romain en Pologne. Le bâtiment de la société de la Land Bank fut fortement endommagé durant la deuxième guerre mondiale, près de 70% de l'édifice fut détruit. De nos jours, après une reconstruction entre 1962 et 1971, l'édifice accueille le musée national d'ethnographie. La seule partie originelle restante de l'ancien bâtiment est l'entrée de l'arrière-cour – l'Arcature. Elle a été conservée après la guerre comme une relique – intacte, sans aucune restauration. Renova, en tant que membre du consortium ROCARE, a préparé un plan détaillé de préservation qui a été précédé par des recherches approfondies incluant des analyses de mortier, des études structurales et des mesures physiques. La restauration est en cours.*

## **Diagnosing and restoring Roman cement façades: cases of investigations, trial tests and restoration concepts in the Czech Republic**

*Diagnostic et restauration de façades en ciment romain : cas d'études, essais sur site et concepts de restauration en république tchèque*

**KOLINKEOVÁ Blanka**

University of Pardubice - Faculty of Restoration  
Jiráskova 3, Litomyšl  
57001 Litomyšl  
42 (0) 461 612 565  
blanka.kolinkeova@upce.cz



Blanka Kolinkeová received an engineer degree in polymer sciences in 2009 from the Institute of Chemical Technology in Prague, Department of the Chemical Technology of Monument Conservation. She studied at the Aristotle University in Thessaloniki, Greece for one year, where she was working on a research project on super-hydrophobic surfaces for stone monuments. Since 2009, she has been an assistant at the University of Pardubice, Faculty of Restoration. Since 2011, she has been head of the Department of Chemical Technology.

*Blanka Kolinkeová est ingénieur en sciences des polymères, diplômée en 2009 de l'Institut de technologie chimique de Prague, département de Technologie chimique pour la conservation des monuments. Pendant un an, elle a étudié à l'Université Aristote de Thessalonique, en Grèce, où elle a participé à un programme de recherche sur des produits super-hydrophobes pour les monuments en pierre. Depuis 2009, elle est assistante à l'Université de Pardubice, Faculté de Restauration. Depuis 2011, elle est responsable du département de Technologie chimique.*

### **Abstract**

#### **Diagnosing and restoring Roman cement façades: cases of investigations, trial tests and restoration concepts in the Czech Republic**

B. Kolinkeová, K. Bayer, E. Medková and M. Durdis

Great expansion of construction activities in the cities of Bohemia and Moravia at the end of the 19<sup>th</sup> century brought diversity of architectural styles which placed an emphasis on rich decoration of the façades. Monumental public buildings as well as residential architecture of varying scale were constructed. Investigations of two buildings with façades containing Roman cement elements are reported. A three-storey apartment house, built in 1885, in the historicist Renaissance Revival style was one of the buildings investigated. In comparison with monumental public buildings, this building was a modest, low-cost construction. The combination of Roman cement with lime mortars has created some specific problems, which were taken into account in the restoration concept proposed. A seat of the former State Technical College, built in 1897 and recently a part of the University of Pardubice, was the second building where complete investigations of the façade and demonstration areas for restoration treatments with the use of Roman cement have been undertaken. A large number of metal bars and nails used in the cast elements has caused their cracking on a wide scale due to the rust expansion. Also two over life-size statues, which are part of the façade decoration, are made of Roman cement mortars containing the steel reinforcements. The

statues were highly cracked and some parts were broken into pieces. The statues are being restored with compatible materials in the studio of stone conservation at the Faculty of Restoration at the University of Pardubice.

## **Résumé**

### ***Diagnostic et restauration de façades en ciment romain : cas d'études, essais sur site et concepts de restauration en république tchèque***

*B. Kolinkeová, K. Bayer, E. Medková et M. Durdís*

*Le développement des activités de construction dans les villes de Bohême et de Moravie à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, a généré une diversité de styles architecturaux, mettant notamment l'accent sur de riches décorations de façades. Des édifices publics monumentaux jusqu'à l'architecture résidentielle, des bâtiments de toutes tailles ont été construits. L'examen de deux édifices dont les façades contiennent des éléments en ciment romain est présenté dans cette étude. Le premier est un immeuble d'appartements de 3 étages, construit en 1885, présentant le style néo-renaissance. En comparaison des édifices publics monumentaux, il s'agit d'un immeuble modeste, construit à bas coût. Dans ce cas, l'utilisation de mortiers bâtards de ciment romain et de chaux a généré des problèmes spécifiques, qui ont été pris en compte dans le concept de restauration proposé. Le foyer de l'ancien collège technique d'état, construit en 1897, qui fait depuis peu partie de l'université de Pardubice, est le second site, qui a fait l'objet d'une étude exhaustive de la façade et d'essais de traitements de restauration à base de ciment romain. Un grand nombre de renforts métalliques et de clous utilisés dans les éléments moulés avait causé des fissures à grande échelle du fait de l'expansion liée à leurs produits de corrosion. Deux statues "grandeur-nature", qui font partie de la décoration de façade étaient également réalisées à base de mortier de ciment naturel, armé d'acier. Ces statues étaient extrêmement fissurées, voire cassées en plusieurs morceaux dans certaines zones. Elles sont restaurées avec des matériaux compatibles, dans l'atelier de conservation de la pierre à la faculté de restauration de l'université de Pardubice.*