HAL
open science

Caractérisation des mortiers anciens

Essaïd Bilal, Marc Doumas

To cite this version:

Essaïd Bilal, Marc Doumas. Caractérisation des mortiers anciens. 4° Conférence sur les Techniques Analytiques Nucléaires et Conventionnelles et leurs Applications (TANCA 2012), Oct 2012, Rabat, Maroc. pp.24-26. hal-00805141

HAL Id: hal-00805141

https://hal.science/hal-00805141

Submitted on 2 Apr 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CARACTERISATION DES MORTIERS ANCIENS

E. Bilal[1,*], M. Doumas[1]

Ecole Nationale Supérieure des Mines, SPIN-EMSE, UMR5600, F42023, Saint Etienne, France
(:bilalessaid@gmail.com)*

Introduction

Boukhara (Ouzbékistan) a plus de 2 500 ans d'histoire, patrimoine mondial par l'UNESCO en 1994. Elle est l'exemple le plus complet d'une ville médiévale d'Asie centrale dont la structure urbaine est restée jusqu'au XIXe siècle essentiellement intacte, avec de nombreux monuments dont les célèbres Médersas du XIVe. Les mortiers de plusieurs parties de la Médersa Rachid de Boukhara (Ouzbékistan), ont été caractérisés ainsi que les aspects technologiques impliqués dans les processus de fabrication des mortiers en Ouzbékistan. Il ne suffit pas de définir de l'état de dégradation de ces mortiers mais aussi donner outils pour les futures restaurations de la Médersa Rachid.

La cathédrale métropolitaine de Florianopolis est considérée comme un patrimoine culturel du XVIIIe siècle, liée à la fondation du village de Nossa Senhora do Desterro. Pendant 230 ans, elle a subi de nombreuses transformations architecturales. La chapelle a été construite par Francisco Dias Velho en 1651 puis transformée 1721.
Jose da Silva Paes brigadier-général a ordonné la restauration et l'agrandissement de l'Église en 1748. Au début du XXe siècle l'Église est devenue cathédrale. En 1922, le projet du XVIIIe siècle a été modifié et la structure pariétale de l'Eglise a reçu une transformation notable, notamment l'élévation des clochers et les ajouts décoratifs. Lors de la restauration effectuée en 2005, ont été découverts des fresques du XVIIIe siècle et de 1938.

Le château de Roche-la-Molière (près de Saint Etienne, France) est nommé pour la première fois dans l'acte notarié du Forez-Lyonnais en 1173. M. Lavieu est le premier propriétaire connu. En 1772, le marchand Jacques Neyrona acheté le château et il a fait un travail considérable. Le château est complet et admirablement conservé, a été entièrement restauré en 2003. Nous avons pu suivre les travaux et caractériser les différents types de mortiers et enduit.

Matériels et Méthodes

Nous avons caractérisé tous les mortiers et les enduits des différents sites par des moyens chimiques (XRF, ICP-AES), les concentrations totales en éléments ont été déterminées en utilisant une dispersion SRS3400 Bruker AXS longueur d'onde. X-Ray spectromètre à fluorescence (WD-XRF). Diffraction des rayons X (DRX) sur poudre a été réalisée sur un Siemens D-5000 Kristalloflex diffractomètre automatisé équipé d'un monochromateur en graphite-diffractée du faisceau (Cu K rayonnementα, λ = 1,54056 Å). Pour l'analyse thermogravimétrique (TG-DTG), les échantillons ont été séchés à température ambiante pendant au moins 48 h. Les courbes TG-DTG ont été obtenus en utilisant une balance thermo de TA instruments (SDT 2960) avec une précision de température et de poids de 0,1° C et 0.1 g respectivement. TG-DTG sont réalisées dans une atmosphère d'azote s'écoulant à sec (100 ml min^{-1}) à une vitesse de chauffage de 10°C/min dans une gamme de température de 25 à 1000°C.

Résultats et Discussion

Le mortier traditionnel pour la construction de la médersa Rachid de Boukhara en Ouzbékistan a été fabriqué à partir de gypse avec un mélange d'argile et de cendres ou du sable et d'argile. L'enduit spécial est appelé Gunch, réalisé à partir de cuisson à basse température d'albâtre (260°). Certains mortiers spéciaux sont conçus pour résister à l'eau et la vapeur. C'est un matériau hygroscopique très résistant à l'humidité. Ils sont à base de Gunch avec un mélange de résine d'amande, puis ils sont polis avec des spatules métalliques. Le gypse a l'avantage d'être très flexible comme liant pour les mortiers et donne aux structures une résistance aux séismes.

Dans la cathédrale métropolitaine de Florianópolis, la chaux a été utilisée comme liant du mortier avec du sable de composition minérale différente (Quartz, microcline, albite, le kaolin; Quartz, microcline, albite et quartz, microcline, albite). Le mortier de la Castel Roche-la-Molière était composé de chaux et de sable. Le sable contient des fragments de plantes, les oxydes de fer, de quartz, d'albite et les argiles. L'enduit se compose principalement d'argile et de chaux. Le sable a été pris dans sur les rives de la Loire. Il a une taille hétérogène et n'a pas été triée et lavée avant son utilisation comme matériau de construction.

L'analyse chimique du mortier et de l'enduit reflète clairement la composition minéralogique de chaque échantillon. Nous avons pu voir que les échantillons de la cathédrale métropolitaine de Florianópolis, le Medersa Rachid de Boukhara et du Château de Roche-la-Molière sont plus riches en silice (38.20%, 54.29 et 58,25%respectivement) et peu de CaO (16,10%, 10,10%et14%). Ces échantillons du château de Roche-la-Molière et de la Médersa de Rachid de Boukhara montrent des teneurs élevés de Cu, Zn, Ni, Cr et V.

L'analyse TG-DTG est utilisée comme un outil pour la caractérisation des mortiers anciens. Effet, elle peut facilement détecter la présence de composés hydrauliques et fournit l'information qui permet l'identification du type de mortier. Le pourcentage de perte de poids a été estimé à partir des courbes TG-DTG en fonction de la température. Entre 30 et120°C, la perte de poids est due à l'eau adsorbée; de 120-200°C, la perte de poids de l'eau à partir de sels hydratés; entre 200et 600°C la perte de poids est due à l'eau à l'intérieure de la structure et entre600 à 800°C, la perte de CO_2 est due à la décomposition du carbonate de calcium($CaCO_3$). Le rapport entre le CO_2 et l'eau structurellement liée, est compris entre 15et 24%.

Le mortier à la propriété de durcir lorsque l'eau est ajoutée au liant à sec et aussi la capacité à durcir sous l'eau. Les composés hydrauliques sont obtenus à partir des réactions de $Ca(OH)_2$. Les mortiers hydrauliques comprennent tous les matériaux avec une quantité d'eau structurellement liée à des composants hydrauliques sont supérieures à 3% pour Madères du Rachid Medersa de Boukhara, tandis que les autres mortiers de chaux sont caractérisés par moins de 3% d'eau structurellement liée à des composants hydrauliques. Les résultats obtenus permettent la classification des mortiers étudiés. La caractérisation physico-chimique des mortiers et des échantillons de rendu de Medersa Rachid révèle des différences dans les mortiers employés et contribue à la connaissance du mode de construction en Ouzbékistan du XVIIIe siècle.

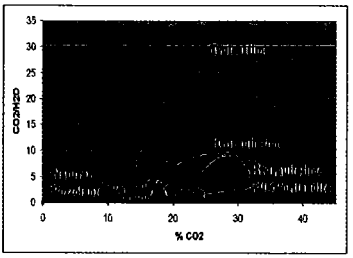

Figure: Rapport CO_2/H_2O (pourcentage de perte de poids de l'échantillon à T°>600°C par rapport au pourcentage de perte de poids de l'échantillon pour une température compris entre200 et 600°C) versus CO_2 pourcentage de perte de poids de l'échantillon à T°>600°C. Distribution des mortiers de la cathédrale métropolitaine de Florianópolis(carré), l'Rachid Medersa de Boukhara (cercle) et le Castel de Roche-la-Molière (triangle). Les champs de composition correspondent aux données obtenues dans le laboratoire d'ENSMSE [1] et l'étude de [2].

Conclusion

Les mortiers et les enduits dans plusieurs parties de Medersa Rachid de Boukhara (Ouzbékistan), la cathédrale métropolitaine de Florianopolis au Brésil et le château de Roche la Molière en France sont considérés comme un patrimoine culturel du XVIIIe siècle, nous avons pu caractériser leur nature et étudier les aspects technologiques impliqués dans les procédés de fabrication de mortiers et les enduits en Ouzbékistan, en France et au Brésil. Définir l'état de dégradation de ces mortiers est un outil pour les futures restaurations. L'analyse chimique du mortier et des enduits reflètent clairement la composition minéralogique de chaque échantillon. Certains échantillons sont plus riche en silice Cu, Zn, Ni, Cr et V et à faible CaO. L'analyse TG- DTG différenciés clairement les mortiers et les enduits. Les mortiers hydrauliques comprennent tous les matériaux avec une quantité d'eau structurellement liée à des composants hydrauliques sont supérieures à 3% dans certains échantillons, tandis que les mortiers de chaux sont caractérisés par moins de 3% d'eau structurellement liée à des composants hydrauliques. Les résultats obtenus permettent la classification des mortiers étudiés comme des mortiers de chaux hydraulique avec des granulats de nature siliceuse et calcaire. La caractérisation physico-chimique des mortiers des différents sites révèle des différences dans les mortiers employés et contribue à la connaissance du mode de construction en Ouzbékistan, la France et le Brésil du XVIIIe siècle.

Reference

[1] E. Bilal. "Characterization of mortar and rendering from Medrese Rachid Bukhara (Uzbekistan)". Internal Report, (2004) 25 pp.

[2] C. Genestar, C. Pons, A. Mas. "Analytical characterization of ancient mortars from the archaeological Roman city of Pollentia (Balearic Islands, Spain)".Analytica Chimica Acta 557, (2006) 373–379.