



Sujet de thèse de doctorat

Imagerie des remontées capillaires au sein de pierres du patrimoine bâti - impacts vis à vis des phénomènes d'endommagement par les sels : application au temple gallo-romain des Vaux-de-la-Celle (Genainville, Vexin, France)



Dans le vallon des Vaux-de-la-Celle, les maçonneries gallo-romaines du site (classé monument historique) de Genainville sont soumises aux intempéries et en leur base à l'eau de la nappe phréatique. Les variations de teneur en eau au sein des maçonneries pourraient être induites par un battement saisonnier de la nappe et/ou un pompage barométrique. Un tel comportement périodique serait un facteur important d'endommagement à long terme du fait des phénomènes de cristallisation/dissolution de sels conditionnés par la teneur en eau.

L'objectif de cette recherche doctorale est de caractériser et de suivre la distribution de la teneur en eau au sein des maçonneries du site de Genainville pendant plusieurs saisons, d'identifier les phénomènes couplés de cristallisation/dissolution de sels, de les localiser, afin de mieux comprendre les mécanismes de l'endommagement par les sels à long terme du patrimoine bâti.

Nous proposons de coupler deux méthodes d'imagerie — une imagerie de surface par thermographie infrarouge (IRT) est complétée par une imagerie en profondeur par tomographie de résistivité électrique (ERT) — permettant de suivre la distribution de la teneur en eau au sein des matériaux et l'identification des phénomènes de cristallisation/dissolution, à la fois en laboratoire (échelle centimétrique) et *in situ* (échelle métrique d'un mur de cella du temple). Les caractérisations des propriétés électriques, thermiques, mécaniques et de transport alimenteront des modèles de milieux poreux partiellement saturés qui aideront à discriminer les effets et ainsi à l'interprétation des mesures sur site.

La recherche s'articulera autour de travaux menés en laboratoire et sur le terrain, soit entre deux échelles d'investigation. Au laboratoire, aux échelles infra-centimétriques à centimétriques, où des caractérisations et des expériences-analogues aux conditions aux limites bien contrôlées seront menées afin de fiabiliser les méthodologies. Ces expériences à petite échelle alimenteront les modèles numériques permettant de mieux interpréter les mesures *in situ*, de discriminer les phénomènes. *In situ*, aux échelles centimétriques à métriques où les méthodes précédentes d'imagerie seront appliquées ; les interactions du bâti avec son environnement, comme le battement de la nappe phréatique affleurante, le pompage barométrique, l'ensoleillement, la température, l'hygrométrie de l'air ambiant ou encore la pluviométrie, seront aussi pris en compte.

- ▶ Le contrat doctoral labellisé Patrima, d'une **durée de 3 ans**, débutera dès le mois de **septembre 2016**
- ▶ **3 laboratoires partenaires** : LRMH, GEC (UCP), L2MGC (UCP, laboratoire d'accueil du candidat)
- ▶ **3 collaborateurs externes** : Dr Florence NICOLLIN, Géosciences Rennes, PR Catherine DAVY (École Centrale Lille), DR Pierre M. ADLER, CNRS-Paris 6
- ▶ Adresser les candidatures (C.V., lettre de motivation, recommandations, etc.) à Jérôme WASSERMANN (jerome.wassermann@u-cergy.fr), Ronan HEBERT (ronan.hebert@u-cergy.fr) et Yannick MELINGE (yannick.melinge@u-cergy.fr)
- ▶ Pour plus d'informations sur Patrima et les laboratoires partenaires :
 - <http://www.sciences-patrimoine.org//index.php/fondation.html>
 - <http://www.u-cergy.fr/fr/laboratoires/lab0-l2mgc.html>
 - <http://www.u-cergy.fr/fr/laboratoires/laboratoire-gec.html>
 - <http://www.lrmh.fr/Pierre.html>



PhD Thesis proposal

Multi-scale water content distribution imagery in stone heritage using Electrical Resistivity Tomography (ERT) and Infra-Red Thermography (IRT) - related salt weathering : application to masonry of a Gallo-Roman site (Genainville, France)



Water content distribution in masonry is a determining factor in the frame of the weathering processes, in particular for built heritage where the base of the masonry is often in direct contact with the water contained in the soil. The water content variations in the porous medium influence the salt concentration and hence the crystallization / dissolution processes; the latter being recognized as an important alteration mechanism. In the valley of Vaux-de-la-Celle (Genainville, North West of Paris basin, France), Gallo-Roman masonry are subject to weather and their basement in water from the water table. A variation of water content within the masonry could be induced by seasonal variations of the water table and / or barometric pumping due to atmospheric pressure oscillations. Such periodic behavior is an important factor in long-term damage due to crystallization / dissolution of salts.

The purpose of this research is to characterize and track the distribution of the water content in the masonry of Genainville site over several months, to better understand the effects on the long-term damage.

We propose to combine two imaging methods of the water content distribution, both *in situ* (metric scale) and laboratory (centimeter scale). Imaging surface by IRT would be complemented by an in-depth imaging of ERT. In the laboratory, initially, petrophysical characterizations of the materials in question will be conducted; in a second step, we will consider experiments in conditions analog to in situ ones with ERT and IRT methods. The characterizations of the electrical, thermal, mechanical and transport properties will feed models of partially saturated porous media that will help to discriminate the effects and the interpretation of measurements in the field. In situ monitoring of key meteorological parameters and piezometric monitoring (in wells connected to the water table) will also be implemented. Weekly measurements should therefore allow us to image the distribution of the water content in the masonry over several months and to better understand the influence of variations of this parameter on the long-term damage to the Gallo-Roman built heritage site of Vaux-de-la-Celle.

▶ **Grant duration: 3 years**

▶ **The position** can be filled by the successful candidate in **September 2016**

▶ **3 partners:** LRMH, GEC (UCP), L2MGC (UCP)

▶ **3 external contributors:** Dr Florence NICOLLIN, Géosciences Rennes, Pr Catherine DAVY (École Centrale Lille), DR Pierre M. ADLER, CNRS-Paris 6

▶ **Complete applications (motivations, CV, etc.)** should be sent to :

Dr Jérôme WASSERMANN (jerome.wassermann@u-cergy.fr), Dr Ronan HEBERT (ronan.hebert@u-cergy.fr) and Pr Yannick MELINGE (yannick.melinge@u-cergy.fr)

▶ For additional informations :

- <http://www.sciences-patrimoine.org/index.php/mission.html>

- <http://www.u-cergy.fr/en/university.html>

- <http://www.lrmh.fr/?lang=en>