

Offre de Contrat Doctoral

(english version below, page 3)

Sujet : REALISE - REproduction des ALtérations aux Interfaces pierre/mortier par Simulations Expérimentales de variations environnementales

Informations générales

Lieu de travail :

- Institut Jean Lamour, IUT Nancy-Brabois, Rue du Doyen Urion, Villers-lès-Nancy, France
- Institut Jean Lamour, Campus Artem, Nancy, France

Type de contrat : Contrat doctoral

Période de contrat : 36 mois

Date d'embauche souhaitée : Octobre 2026

Horaire hebdomadaire : Temps plein

Salaire brut : 2300 € / mois

Niveau de diplôme souhaité : Master2 ou Ingénieur (Sciences des matériaux, Génie civil, Chimie)

Ce projet vise à développer un dispositif expérimental innovant reproduisant les sollicitations environnementales réelles (pluie, variations thermiques, ensoleillement) pour étudier les mécanismes d'altération de maçonneries historiques. L'objectif est de caractériser le comportement thermo-hydro-mécanique des assemblages pierre/mortier et de quantifier les transferts d'eau lors de l'évaporation. Un suivi multi-paramètres (déformation, teneur en eau, température) permettra d'identifier les zones critiques et les cinétiques de dégradation. L'analyse des données obtenues permettra une meilleure compréhension des phénomènes d'altération du patrimoine bâti de l'Est de la France.

Contexte de l'étude

Bien que les matériaux des monuments historiques semblent résister au passage du temps, ils se dégradent petit à petit. L'eau constitue un facteur majeur d'altération, elle peut pénétrer dans les matériaux, réagir avec les composants, et provoquer des désordres tels que lixiviation, gonflement des argiles, développement de micro-organismes, cristallisation de sels, dégâts liés au gel/dégel, etc. La température joue également un rôle clé, contribuant à des phénomènes comme l'expansion thermique, le choc thermique, ou le gel/dégel.

Comprendre ces mécanismes est essentiel pour mieux préserver ces édifices, différentes approches sont alors envisageables. Dans le cadre d'un monument historique, les prélèvements n'étant pas toujours autorisés, des analyses *in situ* directement sur le bâtiment sont utiles pour comprendre les altérations d'un monument dans son environnement. Ce type d'analyse est souvent limité par la technologie portable et ne permet pas une compréhension poussée des phénomènes. D'un autre côté, les analyses en laboratoire de vieillissement artificiel permettent de comparer la résistance des matériaux. Cependant, les conditions expérimentales de ces tests, conçues pour accélérer l'altération, ne reflètent pas toujours la réalité et peuvent biaiser les conclusions. Le but du projet est d'élaborer un dispositif expérimental pour reproduire des variations de manière réaliste, en s'intéressant en particulier au comportement d'assemblages pierre/mortier.

Missions et activités

- **Caractérisation des matériaux** : les matériaux seront analysés pour leurs propriétés physiques (porosité, dilatation hydrique et thermique, absorption d'eau par capillarité) et mécaniques (résistance à la compression/traction). Les matériaux incluent des pierres naturelles (calcaire de Jaumont, calcaire de Savonnières, grès des Vosges, granite de Senones) ainsi que des mortiers à base de chaux et de ciment.
- **Elaboration d'un dispositif expérimental** : à partir d'un dispositif existant pour simuler la pluie par vaporisation d'eau, un banc d'essai sera mis au point pour simuler les événements pluvieux et l'ensoleillement afin de recréer en laboratoire des cycles thermo-hydrique réalistes tels que les subiraient les matériaux de maçonnerie sur un mur vertical dans un climat représentatif de l'Est de la France.
- **Suivi du comportement des matériaux** : le suivi des échantillons lors des cycles sera assuré par des capteurs (température, déformations) placés dans les matériaux. Ce suivi continu sera complété par un système DIC (Digital Image Correlation) qui permettra l'estimation de la déformation sur une surface. Les répartitions de température et d'eau dans les matériaux ainsi que les contraintes générées dans les matériaux, en particulier à l'interface pierre/mortier, pourront ainsi être estimées.
- **Etude de l'évaporation** : le phénomène d'évaporation après mouillage sera particulièrement analysé lors de suivis long terme. La teneur en eau sera mesurée par des sondes TDR (Time Domain Reflectometry) et des capteurs de déformation seront utilisés pour suivre l'évolution de la teneur en eau et les transferts d'eau entre les matériaux, ainsi que les contraintes sous gradients hydriques.
- **Analyses post-cyclage** : les matériaux seront également étudiés après cyclage pour suivre le potentiel endommagement (observations au MEB, évolution de la porosité avec la porosimétrie mercure, analyse de sels par DRX, ATG-ATD, etc.).

Compétences

- Bonnes connaissances, théoriques et pratiques, des sciences des matériaux (propriétés de base centrées autour de la masse volumique et porosité des matériaux, propriétés mécaniques, techniques de diffraction rayons X, Microscopie électronique, etc.) – des connaissances spécifiques des pierres, mortiers ou matériaux du génie civil seraient appréciées ;
- Des notions d'acquisition et de traitement de données ;
- Intérêt pour le patrimoine bâti ;
- Maîtrise du français et de l'anglais ;
- Autonomie et rigueur.

Institut Jean Lamour

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Lorraine. Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

En 2026, l'IJL compte 258 permanents (33 chercheurs, 133 enseignants-chercheurs, 92 IT-BIATSS) et 389 non-permanents (146 doctorants, 43 post-doctorants / chercheurs contractuels et plus de 200 stagiaires), de plus de 70 nationalités différentes. Il collabore avec plus de 150 partenaires industriels et ses collaborations académiques se déploient dans une trentaine de pays. Son parc instrumental exceptionnel est réparti sur 4 sites dont le principal est situé sur le campus ARTEM à Nancy.

Modalité de candidature

Les candidat(e)s sont invités à envoyer un CV et une lettre de motivation avant le 24 avril 2026 à :

- Jean-Michel Mechling, jean-michel.mechling@univ-lorraine.fr
- Emilie Huby, emilie.huby@univ-lorraine.fr

Doctoral contract offer

Subject: REALISE - REproduction of ALterations at stone/mortar Interface through experimental Simulations of Environmental variations

General information

Workplace:

- Institut Jean Lamour, IUT Nancy-Brabois, Rue du Doyen Urion, Villers-lès-Nancy, France
- Institut Jean Lamour, Campus Artem, Nancy, France

Type of contract: Doctoral contract

Contract duration: 36 months

Expected date of employment: October 2026

Proportion of work: Full time

Gross salary: 2300 € / month

Desired level of education: Master2 or Engineer (Materials Science, Civil engineering or Chemistry)

This project aims to develop an innovative experimental device that replicates real environmental variations (rain, temperature variations, solar radiation) to study the alteration mechanisms of historical masonry. The objective is to characterize the thermo-hydro-mechanical behavior of stone/mortar assemblies and quantify water transfers during evaporation. A multi-parameter monitoring (strain, water content, temperature) will enable the identification of critical zones and degradation kinetics. Analysis of the obtained data will improve the understanding of stone and mortar weathering affecting built heritage of the Eastern region of France.

Work context

Although historical monuments seem to withstand the passage of time, they gradually degrade. Water is a major weathering factor, as it can penetrate in the materials, react with their components, and cause degradation due to leaching, clay swelling, biological colonization, salt crystallization, and freeze-thaw cycles. Temperature also plays an important role, contributing to thermal expansion, thermal shock, and freeze/thaw cycles.

Several approaches are possible in order to better understand weathering mechanisms and to better preserve these historical structures. For historical monuments, because sampling is often restricted, in situ analysis conducted directly on the building provide valuable insights into alteration processes in their particular environment. However, this type of approach is often limited by portable technology constraints and does not allow for in-depth understanding of the phenomena. Another approach consists of laboratory-based accelerated aging tests, enabling comparative assessments of material resistance. The experimental conditions of these tests are designed to accelerate degradation and thus do not accurately replicate real world conditions, possibly introducing biases in the results. The objective of this doctoral project is to develop an experimental setup to realistically reproduce environmental variations, with a particular focus on the behavior of stone/mortar assemblies.

Missions / Activities

• **Material characterization:** materials will be analyzed for their physical properties (porosity, hygroscopic and thermal expansion, capillary water absorption) as well as mechanical properties (compressive/tensile strength). The materials include natural stones (Jaumont limestone, Savonnières limestone, Vosges sandstone, Senones granite) and lime- and cement-based mortars.

- **Development of an experimental setup:** based on an existing prototype simulating rain through water vaporization, a test bench will be developed to simulate rainfall events and solar exposure, allowing realistic thermo-hydric cycles reproducing the conditions experienced by masonry materials on a vertical wall in the climate of Eastern France.

- **Monitoring material behavior:** during the cycles, materials will be monitored using temperature and deformation sensors. Continuous will be supplemented by Digital image Correlation (DIC) to study surface deformation. This will allow the estimation of temperature and moisture distributions within materials, as well as the generated stresses, particularly at the stone/mortar interface.

- **Evaporation study:** the evaporation process following the wetting stage will be closely analyzed during long-term monitoring. Moisture content will be measured using TDR (Time Domain Reflectometry) probes and deformation sensors allowing to estimate the generated stress between materials.

- **Post-cycling analysis:** materials will also be examined after cycling to assess potential damage (SEM observations, porosity evolution via mercury intrusion porosity, salt analysis).

Skills

- Strong theoretical and practical knowledge of material science (fundamental properties including density and porosity, mechanical properties, x-ray diffraction, electron microscopy) – specific knowledge in the domains of stones, mortars or materials used in civil engineering would be appreciated
- Experience in data acquisition and processing
- interest in built heritage conservation
- Proficiency in French and English
- Autonomy and meticulousness

About Institut Jean Lamour

The Institute Jean Lamour (IJL) is a joint research unit of CNRS and Université de Lorraine. Focused on materials and processes science and engineering, it covers: materials, metallurgy, plasmas, surfaces, nanomaterials and electronics.

By 2026, IJL has 258 permanent staff (33 researchers, 133 teacher-researchers, 92 IT-BIATSS) and 389 non-permanent staff (146 doctoral students, 43 post-doctoral students / contractual researchers and more than 200 trainees), from some seventy different nationalities.

Partnerships exist with 150 companies and our research groups collaborate with more than thirties countries throughout the world. Its exceptional instrumental platforms are spread over 4 sites; the main one is located on Artem campus in Nancy.

Application

The applicants have to send their resume and covering letter before the 24th April 2026 to:

- Jean-Michel Mechling, jean-michel.mechling@univ-lorraine.fr
- Emilie Huby, emilie.huby@univ-lorraine.fr