

Proposition de thèse

Vers une Analyse MULTimodale de conservation en Sciences du patrimoine

Financement

La thèse sera effectuée dans le cadre d'un contrat doctoral inclus dans le projet *AMUSIE* financé la *Fondation des sciences du Patrimoine*. L'objectif de cette fondation est d'aider à la réalisation de programmes de recherche liés aux problématiques patrimoniales et plus particulièrement la caractérisation, la conservation et la restauration.

Mots-Clés

Analyse Multimodale, OCT, THZ, Radar, Thermographie Infra-Rouge stimulée, Photogrammétrie, Multi-Echelle, Multidimensionnelle

Dates

Date souhaitée pour le début de la thèse : 01/10/2023

Contexte

La conservation-restauration nécessite de développer des nouvelles techniques d'investigation structurelles, de constat d'état et non invasives pour permettre l'étude des matériaux du patrimoine conduisant également à la compréhension de l'histoire des techniques. Pendant longtemps seul le prélèvement et l'étude d'une section polie permettait d'obtenir une information en 3 dimensions d'un matériau multicouches. Cette information est de première importance car elle permet de connaître l'épaisseur des couches de vernis ou de peinture et leurs structures, la nature des matériaux qui les composent et donc de prédire leur comportement futur. Des techniques émergentes de tomographies permettent aujourd'hui de visualiser et de mesurer les différentes strates des matériaux des œuvres.

Parmi les outils apparus récemment, la tomographie en cohérence optique (OCT), la thermographie infrarouge stimulée, l'imagerie Terahertz, le radar ainsi que la photogrammétrie ont permis un changement de paradigme de par leur capacité de diagnostic et de constat d'état structurel des objets d'arts, des objets monumentaux bâtis et des sculptures. Grâce à la Fondation des Sciences du Patrimoine et d'autres dispositifs de soutien à la recherche dans ce domaine applicatif, différents programmes - Fiatlux, Intégrale, Holosens, Patrimex et Espadon - ont permis d'avancer sur l'intégration de données hétérogènes. Ces différents projets, engageant les partenaires du projet AMUSIE depuis plus de 15 ans dans une ligne directrice

de recherche établie et cohérente, amènent finalement aujourd'hui à devoir s'intéresser à la capacité collective de regrouper les informations dans un même référentiel de représentation pour permettre une intégration dans un même espace mathématique de visualisation et permettant d'en déduire des éléments de conservation caractéristiques.

Sujet

Le projet de thèse AMUSIE propose de développer un système d'OCT multi-longueur d'ondes afin d'imager les matériaux opaques ou transparents en profondeur, à différentes échelles, avec une très bonne résolution. Les images obtenues seront intégrées avec celles issues de techniques déjà existantes d'imagerie THz / Radar / Thermographie IR stimulée / Photogrammétrie dans l'objectif de les faire se rencontrer dans un même espace pour finalement en créer une symphonie répondant aux objectifs de constat d'état de la constitution structurelle d'un objet ou d'un patrimoine monumental, et/ou de contrôle avant/après restauration. La démonstration sera faite en appliquant l'intégration des différentes données complémentaires à plusieurs types d'œuvres : églises décorées, peintures murales, retables polychromés.

Dans une **approche multi-échelle**, la combinaison des cinq techniques permettra de caractériser de façon non invasive le support, les couches de préparations, les couches picturales (originales et repeints) et le vernis : l'idée étant de pouvoir décrire le système stratigraphique de façon complète avec une résolution adaptée. Ainsi, le nombre de prélèvements sera minimisé et le choix de leur localisation sera précisé de façon optimale ; un constat d'état global 3D pourra enfin être établi, ce qui n'existe pas aujourd'hui.

Une **extraction multimodale** permettra de façon complémentaire d'assurer une vision cohérente et supérieure à l'utilisation des outils indépendamment. Il ne s'agit pas ici de se focaliser sur des éléments d'archéométrie mais bien d'une approche de compréhension d'organisation des matériaux et donc de conservation préventive.

Il s'agira de mettre en cohérence, sur un corpus commun, les éléments collectés à partir des différentes techniques, de les représenter dans un même référentiel en résolvant les problèmes de résolutions spatiales différentes et de captation à différents niveaux de pénétrations en profondeur par des techniques actives ou passives, ce qui rajoute des éléments de difficultés.

La nécessité sera alors de définir des éléments de référentiels spatiaux, mettre en place un environnement de métadonnées et de para données suffisant, tout en assurant les éléments de références permettant des collectes à différents niveaux afin de connaître l'évolution des matériaux patrimoniaux ou de vérifier l'efficacité d'une opération de restauration.

Assumant son ambition scientifique et technique, ce projet de thèse s'articule en plusieurs étapes :

- Travail bibliographique et identification du corpus d'objets modèles
- Développement du banc instrumental d'OCT multi-longueur d'ondes
- Mise en œuvre des techniques sur des objets modèles, de dimensions et de défauts tabulés
- Mise en cohérence des données, et représentation dans un même espace
- Mise en œuvre sur 2 éléments emblématiques déjà explorés : Le retable d'Issenheim/ La chapelle Notre Dame des sources de La Brigue, Vallée de la Roya

Environnement

Laboratoire d'accueil :

(1) SATIE – Laboratoire Systèmes et Application des Techniques d'Information et de l'Energie – CY Cergy Paris Université (CYU), 5 mail Gay Lussac, 95031 Neuville-sur-Oise

Laboratoires partenaires :

- (2) C2RMF – Centre de recherche et de restauration des musées de France – Ministère de la Culture
- (3) LRMH – Laboratoire de recherche des monuments historiques – Ministère de la Culture
- (4) CICRP – Centre Interdisciplinaire de Conservation et de Restauration du Patrimoine
- (5) MAP – Modèles et simulations pour l'Architecture et la Patrimoine
- (6) IMS – Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système – Université de Bordeaux
- (7) ITheMM – Institut de Thermique, Mécanique et Matériaux – Université de Reims Champagne Ardenne

Domaine de recherche :

Patrimoine / Imagerie / Instrumentation / Sciences pour l'ingénieur

Informations pratiques

Date souhaitée pour le début de la thèse : 01/10/2023

Personnes à contacter par le candidat :

- SATIE : Nicolas WILKIE-CHANCELLIER, nicolas.wilkie-chancellier@cyu.fr
- SATIE / C2RMF : Vincent DETALLE, vincent.detalle@cyu.fr

Ecole doctorale de rattachement :

- Ecole doctorale *Science et Ingénierie* (ED n°417) de CY Cergy Paris Université