



Sujet de stage master 2

Simulation virtuelle de l'apparence d'origine des peintures à l'huile contenant du smalt altéré
Virtual simulation of the original appearance of oil paintings containing altered smalt

Laboratoire d'accueil : Lab-BC UAR3506 CNRS-C2RMF-Chimie Paristech PSL

Responsable scientifique du stage (*scientific supervisor*) : Ina Reiche
ina.reiche@culture.gouv.fr / ina.reiche@chimieparistech.psl.eu

Co-encadrante (*co-supervisor*) : Myriam Eveno
C2RMF / IRCP UMR8247 CNRS-C2RMF-Chimie Paristech PSL
Adresse mail : myriam.eveno@culture.gouv.fr

Co-encadrant (*co-supervisor*) : Ruven Pillay
C2RMF
Adresse mail : ruven.pillay@culture.gouv.fr

L'altération du smalt, pigment bleu à base d'un verre potassique (K) broyé riche en cobalt (Co) contenu dans les couches picturales, est un des facteurs important affectant des peintures de chevalet datant du 16^e et du 17^e siècle. Le mécanisme physico-chimique de l'altération est relativement bien compris et les facteurs clés sont bien identifiés. Ce phénomène de décoloration des zones riches en smalt modifie considérablement l'apparence des peintures. Par conséquent la lecture du narratif représenté ainsi que les informations sur les intentions de l'artiste peuvent être faussées. L'altération du pigment n'étant pas réversible, la restauration de la couleur d'origine des œuvres altérée ne peut pas se faire avec les méthodes classiques.

Dans nos recherches précédentes, nous avons développé une première méthode de simulation numérique de la couleur d'origine des peintures qui intègre différentes analyses non-invasives des œuvres, l'établissement de leur état de conservation et un référentiel à base d'échantillons modèles vieilliss artificiellement. La procédure développée implique les méthodes basées sur le *machine learning* et l'Intelligence artificielle (IA). La preuve de concept a été établie sur deux peintures anciennes (De Mecquenem *et al.* 2025).

L'objectif du projet de master 2 est donc d'affiner notre première approche de simulation de la couleur d'une façon plus précise. Pour cela, nous avons besoin de tester d'autres algorithmes de traitement des données, d'augmenter les données disponibles sur les modèles de référence et d'envisager d'autres critères pour évaluer l'évolution de l'altération du smalt. L'utilisation de nouveaux outils et le caractère fortement interdisciplinaire de ce projet améliore les réponses que nous pouvons apporter à des questions de conservation – restauration.

The alteration of the smalt, a blue pigment based on a potash glass (K) ground rich in cobalt (Co), contained in pictorial layers is one of the most common factors affecting easel paintings dating from the 16th and 17th centuries. The physicochemical mechanism of alteration is relatively well understood and the key factors are well identified. This phenomenon of discoloration in the areas rich in smalt

significantly alters the appearance of the paintings. As a result, the interpretation of the represented narrative as well as the information regarding the artist's intentions may be distorted. Since the alteration of the pigment is not reversible, restoring the original color of the altered artworks cannot be done with traditional methods.

In our previous research, we developed an initial method for numerical simulation of the original color of paintings, which incorporates various non-invasive analyses of the works, the establishment of their conservation status, and a reference based on artificially aged model samples. This procedure involves machine learning and artificial intelligence methods. The proof of concept was established on two ancient paintings.

The objective of the Master 2 project is therefore to refine our initial approach to color simulation in a more accurate way. To achieve this, we need to test other data processing algorithms, increase the available data on reference models, and consider other criteria for assessing the progress of smalt alteration. The use of new tools, and the highly interdisciplinary nature of this project enhances the responses we can provide to conservation and restoration issues.

Références /references:

de Mecquenem, C., Eveno, M., Alfeld, M. et al. Neural network simulation of original colors in Friedrich's Abbey Among Oak Trees featuring discoloured smalt. npj Herit. Sci. 13, 388 (2025). <https://doi.org/10.1038/s40494-025-01953-y>

Profil recherché

Data scientist (mathématicien/ne, informaticienne) ; physicien/ne, ou chimiste spécialisé(e) dans le traitement des données scientifiques et familier/ère avec les méthodes de *machine learning* et du langage Python

Des connaissances et de l'intérêt pour le domaine du patrimoine culturel sont appréciés.

Profile requested

Data scientist (mathematician, computer scientist); physicist, or chemist specializing in scientific data processing and familiar with machine learning methods as well as Python

Knowledge of and interest in the field of cultural heritage are appreciated.

Durée du stage : 6 mois

Duration of the internship: 6 months

Dates prévisionnelles : 1^{er} février – 31 juillet 2026

Foreseen period: 1st of February to 31st of July 2026

Merci d'envoyer votre candidature comportant votre court CV et une lettre de motivation par courriel le plus tôt possible avant le 30 novembre 2025 à l'adresse mail suivante : ina.reiche@chimieparistech.psl.eu

Please send your application, including a short CV and a cover letter, by email asap before 30 November 2025 to: ina.reiche@chimieparistech.psl.eu