Centre Inter-universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux – UMR CNRS 5085

Machine Learning pour l'optimisation de dépôts par électrophorèse
Stage M2 / Projet de fin d'études
2026

Contexte du projet

Le CIRIMAT est un laboratoire (UMR 5085 CNRS-UT-INPT) qui regroupe les compétences toulousaines dans le domaine de la science et de l'ingénierie des matériaux. Le projet proposé est en lien avec des travaux effectués depuis une dizaine d'années en collaboration entre le **CIRIMAT et la société Safran**, dans le domaine des dépôts par électrophorèse.

Description du projet

Le dépôt par électrophorèse (EPD) est basé sur la migration de particules chargées dispersées dans une suspension. Celles-ci s'accumulent vers un substrat et finissent par former un revêtement dont l'épaisseur et la densité peuvent être contrôlées. L'électrophorèse est un procédé multiparamétrique, avec une influence d'ordre un pour un grand nombre de paramètres liés au procédé (champ électrique/courant appliqué ou durée de dépôt) ou à la suspension (mobilité électrophorétique, concentration en particules dans la suspension notamment). Les études paramétriques "classiques" ainsi que par plan d'expérience ont permis de mettre en évidence certaines lois empiriques liant paramètres de dépôt et masse déposée. Nous souhaitons aller plus loin dans l'optimisation des propriétés des dépôts à l'aide de l'utilisation du **Machine Learning** pour interpréter plus globalement les différents paramètres influents ainsi que les interactions entre paramètres. Par ailleurs nous envisageons d'utiliser l'**Active Learning** (ou apprentissage actif), cas particulier du Machine Learning dans lequel l'algorithme d'apprentissage va interagir avec le demandeur, dans notre cas l'expérimentateur. Il s'agit d'ajouter/choisir des données pertinentes pour l'efficacité de l'apprentissage. Cette technique est prometteuse pour l'optimisation des matériaux [1] et des dépôts réalisés par EPD [2]. Dans le cadre de ce projet, le stagiaire sera en charge de l'exploitation de la basse de données existante du CIRIMAT, du choix du (ou des) modèle(s) d'IA d'optimisations le(s) plus pertinent(s), et de la description de la méthodologie à mettre en place pour le déploiement de ces outils pour l'EPD.

Profil recherché : Etudiant(e) Master 2 ou équivalent en mathématiques appliqués, IA, et intéressé(e) par les sciences chimiques/matériaux, rigueur et autonomie, connaissance des outils de machine learning.

Candidature : Lettre de motivation et CV à envoyer à Sandrine Duluard (sandrine.duluard@utoulouse.fr), Florence Ansart (florence.ansart@utoulouse.fr), Céline Merlet (celine.merlet@utoulouse.fr), Pierre-Louis Taberna (pierre-louis.taberna@utoulouse.fr)

Contrat : Stage M2, PFE ou équivalent, 6 mois (en 2026)

[1] Benchmarking active learning strategies for materials optimization and discovery Alex Wang, Haotong Liang, Austin McDannald, Ichiro Takeuchi, Aaron Gilad Kusne, Oxford Open Materials Science, Volume 2, Issue 1, 2022, itac006, https://doi.org/10.1093/oxfmat/itac006

[2] Enhancing dynamical system modeling through interpretable machine-learning augmentations: a case study in cathodic electrophoretic deposition, Christian Jacobsen, Jiayuan Dong, Mehdi Khalloufi, Xun Huan, Karthik Duraisamy, Maryam Akram and Wanjiao Liu, Data-Centric Engineering , Volume 6 , 2025 , e4, https://doi.org/10.1017/dce.2024.51

Centre Inter-universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux – UMR CNRS 5085

Machine Learning for Electrophoretic deposition optimizations
Internship Master 2
2026

Context of the project

The CIRIMAT is a joint research unit (UMR 5085 CNRS-UT-INPT) gathering skills in Materials Science and Materials Engineering in Toulouse. The proposed project is linked to work carried out over a decade in collaboration between **CIRIMAT and Safran company**, in the field of electrophoretic deposition.

Project description

Electrophoretic deposition (EPD) is based on the migration of charged particles dispersed in a suspension. These accumulate towards a substrate and eventually form a coating with controllable thickness and density. Electrophoresis is a multiparametric process, with a lot of influencing parameters related either to the process (applied electric field/current or deposition duration) or to the suspension (electrophoretic mobility, particle concentration in the suspension notably). The "classical" parametric studies as well as studies by experimental design allowed to highlight some empirical laws between deposition parameters and deposited mass for several systems. We wish to go further in the optimization of deposit properties using **Machine Learning** to interpret more globally the different influential parameters as well as the interactions between these parameters. Furthermore, we are considering using **Active Learning**, a special case of Machine Learning in which the learning algorithm will interact with the requester, in our case the investigator. The aim is to add/choose relevant data for learning efficiency. This technique is promising for materials [1] and EPD [2] optimization. As part of this project, the intern will determine the most relevant optimization AI model(s) to exploit the CIRIMAT EPD database, and will design active learning tools and the methodology for their deployment for EPD.

Applicant's profile : Student with a Master's degree or equivalent in applied mathematics, AI, and interested in chemical/materials sciences. High level of autonomy, scientific rigour, knowledge of machine learning tools.

To candidate: Cover letter and CV to send to Sandrine Duluard (sandrine.duluard@utoulouse.fr), Florence Ansart (florence.ansart@utoulouse.fr), Céline Merlet (celine.merlet@utoulouse.fr), Pierre-Louis Taberna (pierre-louis.taberna@utoulouse.fr)

Contract: M2 internship, 6 months (2026)

[1] Benchmarking active learning strategies for materials optimization and discovery Alex Wang, Haotong Liang, Austin McDannald, Ichiro Takeuchi, Aaron Gilad Kusne, Oxford Open Materials Science, Volume 2, Issue 1, 2022, itac006, https://doi.org/10.1093/oxfmat/itac006

[2] Enhancing dynamical system modeling through interpretable machine-learning augmentations: a case study in cathodic electrophoretic deposition, Christian Jacobsen, Jiayuan Dong, Mehdi Khalloufi, Xun Huan, Karthik Duraisamy, Maryam Akram and Wanjiao Liu, Data-Centric Engineering , Volume 6 , 2025 , e4, https://doi.org/10.1017/dce.2024.51