

Stage niveau M2/PFE

Caractérisation de la rhéologie d'encre conductrice sérigraphiques

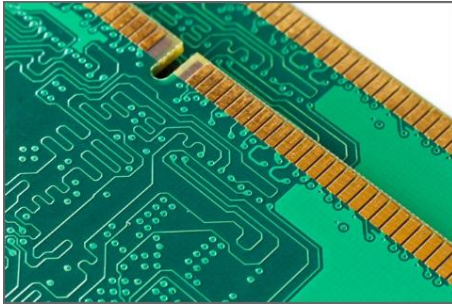


Fig. 1 : circuit électronique imprimé sur support plastique (www.electronics-lab.com)

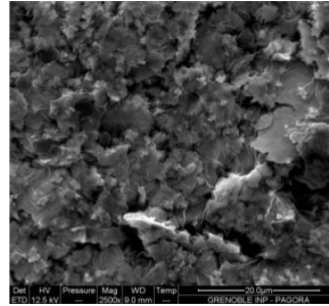


Fig. 2 : photographie MEB d'une encre conductrice à base d'argent (photo LGP2)

L'électronique imprimée constitue une approche très prometteuse pour réaliser des dispositifs électroniques avec une économie d'énergie, de solvants et de ressources par rapport aux procédés microélectroniques (Fig. 1). Ces procédés utilisent largement des encres conductrices sérigraphiques. Ces encres sont des suspensions métalliques généralement constituées de particules de taille variable, dispersées dans un véhicule constitué d'un solvant et d'additifs. Dans une optique d'électronique durable, des solvants biosourcés sont de plus en plus proposés.

Mécaniquement, ces encres doivent répondre au double impératif d'une mise en écoulement, sous sollicitation mécanique à travers la maille de l'écran sérigraphique, et d'un retour à l'état solidifié en l'absence de ce forçage. Les réponses à cet impératif ne sont pas universelles : certaines encres sont ainsi des fluides viscoélastiques très épais, rhéofluidifiants et thixotropes, gélifiés *ex-post* par traitement thermique ou UV, d'autres sont des fluides à seuil, ce qui permet leur utilisation directe sur un support tridimensionnel.

L'influence de la composition des encres sur les propriétés structurales et fonctionnelles des dépôts finaux est cependant mal comprise, l'une des difficultés résidant dans la méconnaissance des formulations des encres commerciales. Or, selon la taille, la forme, la nature, l'état de surface des particules (Fig. 2), selon leur affinité avec le véhicule, biosourcé ou non, il existe une grande variété de mécanismes physico-chimiques pouvant conduire à une réponse rhéologique donnée.

Dans ce projet, qui a vocation à se poursuivre dans le cadre d'une thèse, nous souhaitons identifier les mécanismes susceptibles de dominer le comportement rhéologique d'encres commerciales. Le stage comportera donc deux volets instrumentaux :

- Caractérisation des propriétés rhéologiques de plusieurs encres, au repos et si possible dans des conditions de sollicitation s'approchant de celles rencontrées au cours d'une impression sérigraphique. Ces mesures s'appuieront sur des outils de rhéométrie disponibles au laboratoire.
- Détermination des caractéristiques physiques et physico-chimiques de l'encre, en particulier la phase particulaire : taille, distribution en taille, morphologie des particules, charge de surface... En fonction des échelles de taille sondées, ces mesures s'appuieront sur divers instruments d'analyse particulaire (granulométrie, diffusion dynamique de la lumière) et des outils d'imagerie (microscopies optique et électronique).

Ces caractérisations viendront nourrir le développement de systèmes modèles (fluides et dispositif) du procédé d'impression sérigraphique, permettant une étude plus formelle de la réponse structurale des encres lors de l'impression.



Le stage se déroulera au LGP2 (laboratoire de génie des procédés pour la bioraffinerie, les matériaux biosourcés et l'impression fonctionnelle), associé au CNRS (UMR 5518) et hébergé à l'école Pagora (Grenoble-INP) sur le campus universitaire de Grenoble-Saint Martin d'Hères. Le laboratoire dispose, entre autres, d'une expertise sur la caractérisation et la formulation d'encre fonctionnelles, et de l'instrumentation associée, et bénéficie de l'environnement scientifique exceptionnel du campus grenoblois.

Dates indicatives du stage : février à juin 2025.

Profil recherché : ingénieur ou M2 avec une bonne culture en physico-chimie ou fluides complexes et une appétence pour les techniques instrumentales. D'autres profils pertinents avec de bonnes références seront également considérés.

Pour postuler, merci d'envoyer un CV, une lettre de motivation et 1-2 contacts pour référence à :

Matthieu Robert de Saint Vincent, matthieu.robert@grenoble-inp.fr

Nadège Reverdy-Bruas, nadege.reverdy@grenoble-inp.fr

Céline Martin, celine.martin@grenoble-inp.fr

Date limite pour postuler : lundi 9 décembre 2024