

## COMMUNIQUÉ DE PRESSE 31 Mai 2018

### Transferts de matière en impression jet d'encre conductrice



Le 5 décembre 2017, Vincent Faure a soutenu une thèse de doctorat de l'Université Grenoble Alpes préparée sous la direction d'Anne Blayo, Enseignant-chercheur HDR (Grenoble INP-Pagora / LGP2), et de Yahya Rharbi, Chargé de Recherche CNRS (Laboratoire Rhéologie et Procédés, Grenoble) et le co-encadrement d'Aurore Denneulin, Maître de Conférences (Grenoble INP-Pagora / LGP2). Il a présenté les résultats de sa recherche intitulée **Contrôle de la formation de motifs conducteurs par jet d'encre : maîtrise multi-échelle des transferts de matière dans des suspensions nanométriques**.

Ce travail de thèse est centré sur la compréhension des mécanismes mis en jeu lors de l'impression d'encres à base de nanoparticules d'argent en jet d'encre dans le but d'optimiser la production de fines (<100 µm) pistes conductrices performantes et homogènes. L'impression jet d'encre se décompose en plusieurs étapes : l'éjection de gouttelettes picovolumétriques, l'impact sur le support, l'étalement et le séchage. Ce dernier est une phase complexe sujette aux phénomènes de transfert de matière comme l'effet coffee ring. Dû au flux capillaire qui induit un mouvement du centre vers les bords de la goutte, cet effet conduit la majorité des particules en suspension sur les bords du motif imprimé.

L'objectif de ce travail est de décrire et comprendre précisément les mécanismes qui conduisent à ces effets de transfert de matière afin de les limiter voire de les annuler, et ainsi garantir la production de pistes conductrices fines et homogènes aux performances élevées. Trois axes de travail ont ainsi été développés.

Une première étude s'est concentrée sur l'analyse des différentes phases régissant la vie d'une goutte éjectée en jet d'encre. L'identification et l'optimisation des paramètres clés

---

**Grenoble INP-Pagora, École internationale du papier, de la communication imprimée et des biomatériaux** Certifiée Qualité Sécurité Environnement, elle fait partie de Grenoble INP, Institut d'ingénierie dont l'objectif est de former des « *ingénieurs créatifs, responsables, engagés pour un monde durable* ». L'école forme des ingénieurs pour les secteurs liés à la chimie verte, au papier, à l'impression, à l'emballage, aux biomatériaux et à l'électronique imprimée. Elle propose également une licence professionnelle *Media Imprimés et Numériques Interactifs*. Son large éventail d'enseignements, sa maîtrise de l'apprentissage et son partenariat fort avec les entreprises permettent d'adapter en permanence ses formations aux besoins des industries et, à ses 60 diplômés par an, d'accéder à des carrières motivantes en France et à l'international. Grenoble INP-Pagora développe également une formation internationale en collaboration avec des universités européennes ; elle propose une 2<sup>e</sup> année du cursus ingénieur, un Master *Biorefinery & Biomaterials* et un Post Master *Biorefinery: bioenergy, bioproducts & biomaterials* dispensés en anglais. La recherche innovante menée par son laboratoire, le LGP2, contribue à l'amélioration des procédés et à la création de produits répondant aux nouveaux besoins notamment environnementaux. Une veille active sur les progrès technologiques dans les industries est réalisée par le Cerig. L'ensemble de ces activités garantit un enseignement à la pointe des évolutions scientifiques et techniques.  
[pagora.grenoble-inp.fr](http://pagora.grenoble-inp.fr) • [cerig.pagora.grenoble-inp.fr](http://cerig.pagora.grenoble-inp.fr) • [www.facebook.com/GrenobleINP.Pagora](https://www.facebook.com/GrenobleINP.Pagora)

**Le Laboratoire Génie des Procédés Papetiers (LGP2)** est une unité mixte de recherche (UMR 5518) associant le CNRS, Grenoble INP et l'Agefpi et menant ses activités scientifiques en lien avec la communauté académique Université Grenoble Alpes. Le LGP2 comprend trois équipes : *Bioraffinerie : chimie et éco-procédés – Matériaux biosourcés multi-échelles – Fonctionnalisation de surface par procédés d'impression*. Leurs travaux de recherche visent à répondre aux attentes sociétales quant au développement durable (chimie verte, procédés propres, recyclage, matériaux biosourcés, énergies renouvelables) et à la traçabilité & la sécurité (matériaux fonctionnels, papiers et emballages intelligents). [pagora.grenoble-inp.fr/lgp2](http://pagora.grenoble-inp.fr/lgp2)



**Presse et Communication : Jocelyne Rouis**  
Tél. + 33 (0)4 76 82 69 44 - Fax: +33 (0)4 76 82 69 33  
presse.pagora@grenoble-inp.fr

Retrouvez les communiqués de presse dans  
<http://pagora.grenoble-inp.fr/media/>

A.Pandolfi/N.Vieira

---

influençant la morphologie des gouttes jet d'encre après séchage ont été réalisées avec un focus particulier sur l'influence de la température du support. Quatre indices géométriques sont proposés pour caractériser quantitativement l'homogénéité du profil des gouttes produites.

Une seconde partie du travail s'est spécifiquement concentrée sur la phase de séchage des gouttes picovolumétriques pour comprendre les phénomènes engagés. Une modélisation du séchage des gouttes est notamment proposée pour permettre une meilleure compréhension des phénomènes de transfert de matière observés.

Enfin, une dernière partie s'intéresse à la production par jet d'encre de fines lignes conductrices (cas de gouttelettes juxtaposées). Des corrélations entre la morphologie des lignes, celle des gouttes individuelles et les performances électriques seront établies afin de produire des systèmes optimisés.

Contacts : Anne.Blayo@pagora.grenoble-inp.fr – Aurore.Denneulin@pagora.grenoble-inp.fr  
Logo: logo-lgp2.eps

---

**Grenoble INP-Pagora, École internationale du papier, de la communication imprimée et des biomatériaux** Certifiée Qualité Sécurité Environnement, elle fait partie de Grenoble INP, Institut d'ingénierie dont l'objectif est de former des « *ingénieurs créatifs, responsables, engagés pour un monde durable* ». L'école forme des ingénieurs pour les secteurs liés à la chimie verte, au papier, à l'impression, à l'emballage, aux biomatériaux et à l'électronique imprimée. Elle propose également une licence professionnelle *Media Imprimés et Numériques Interactifs*. Son large éventail d'enseignements, sa maîtrise de l'apprentissage et son partenariat fort avec les entreprises permettent d'adapter en permanence ses formations aux besoins des industries et, à ses 60 diplômés par an, d'accéder à des carrières motivantes en France et à l'international. Grenoble INP-Pagora développe également une formation internationale en collaboration avec des universités européennes ; elle propose une 2<sup>e</sup> année du cursus ingénieur, un Master *Biorefinery & Biomaterials* et un Post Master *Biorefinery: bioenergy, bioproducts & biomaterials* dispensés en anglais. La recherche innovante menée par son laboratoire, le LGP2, contribue à l'amélioration des procédés et à la création de produits répondant aux nouveaux besoins notamment environnementaux. Une veille active sur les progrès technologiques dans les industries est réalisée par le Cerig. L'ensemble de ces activités garantit un enseignement à la pointe des évolutions scientifiques et techniques.  
[pagora.grenoble-inp.fr](http://pagora.grenoble-inp.fr) • [cerig.pagora.grenoble-inp.fr](http://cerig.pagora.grenoble-inp.fr) • [www.facebook.com/GrenobleINP.Pagora](http://www.facebook.com/GrenobleINP.Pagora)

**Le Laboratoire Génie des Procédés Papetiers (LGP2)** est une unité mixte de recherche (UMR 5518) associant le CNRS, Grenoble INP et l'Agefpi et menant ses activités scientifiques en lien avec la communauté académique Université Grenoble Alpes. Le LGP2 comprend trois équipes : *Bioraffinerie : chimie et éco-procédés – Matériaux biosourcés multi-échelles – Fonctionnalisation de surface par procédés d'impression*. Leurs travaux de recherche visent à répondre aux attentes sociétales quant au développement durable (chimie verte, procédés propres, recyclage, matériaux biosourcés, énergies renouvelables) et à la traçabilité & la sécurité (matériaux fonctionnels, papiers et emballages intelligents). [pagora.grenoble-inp.fr/lgp2](http://pagora.grenoble-inp.fr/lgp2)