

---

## Thèse CIFRE – Elaboration, modélisation et optimisation de matériaux composites absorbants électromagnétiques à base de graphène

---

### Contexte

Blackleaf est une start-up qui a mis au point un procédé respectueux de l'environnement pour produire du graphène d'une manière plus économique, plus rapide et plus écologique que tout autre procédé. Ainsi, le graphène est rendu abordable pour de nombreux secteurs industriels tels que l'aérospatiale, le pétrole et le gaz, la chimie ou l'automobile ainsi que pour une large gamme d'applications. Pour mettre en œuvre ce graphène de manière intelligente, Blackleaf détient deux brevets exclusifs permettant de réaliser des revêtements innovants à base de graphène sur tous les matériaux et géométries, pour diverses applications telles que la conduction électrique sur des polymères, l'anticorrosion ou le chauffage de surface, pour n'en citer que quelques-unes.

L'enjeu, à travers ces travaux de thèse, est de diversifier les applications précédentes *i.e.* d'utiliser le graphène dans la production de matériaux composites absorbants électromagnétiques. En effet, face au développement de technologies sans fil, les applications potentielles d'absorption électromagnétique sont aujourd'hui nombreuses et les technologies utilisées pour leur réalisation doivent évoluer pour répondre à l'identification de besoins toujours plus complexes.

Pour ce faire, le sujet est porté par un consortium composé, d'une part, de Blackleaf, producteur de graphène, et, d'autre part, de deux unités de recherche de la Faculté des Sciences de l'Université de Bretagne Occidentale, le Lab-STICC UMR CNRS 6285 et l'IRD L UMR CNRS 6027. Ces deux dernières collaborent depuis plusieurs années en faveur de l'élaboration, la mise en œuvre et l'optimisation de matériaux composites absorbants électromagnétiques.

### Objectif et programme de travail

Après une étude bibliographique focalisée sur la synthèse et les propriétés du graphène, les applications qui en découlent telles que les procédés d'élaboration de matériaux composites à base de graphène et la modélisation de leurs performances électromagnétiques, le travail à effectuer comporte à la fois une partie expérimentale et une partie de modélisation théorique. Il vise à élaborer des matériaux composites absorbants électromagnétiques selon un procédé reposant sur le dépôt d'une encre à base de graphène sur des substrats plans puis des billes de polymères, verres ou céramiques. Une bonne compréhension des problématiques d'adhésion et de mouillabilité s'avère nécessaire pour optimiser le dépôt de l'encre, indépendamment de la nature du substrat. Par la suite, l'investigation des relations matériaux-procédés-propriétés repose, entre autres, sur l'étude de l'impact du procédé de dépôt sur l'épaisseur des films d'encre et *in fine* sur les performances électromagnétiques qui en découlent. L'étude des propriétés électromagnétiques effectives de composites à base de billes polymères compactées et enrobées de graphène s'appuie à la fois sur des caractérisations expérimentales de la réponse en fréquence du composite et sur sa modélisation en fonction des paramètres physiques tels que la concentration en graphène, l'épaisseur des couches déposées.... Les modélisations multi-échelle et macroscopique doivent conduire au dimensionnement d'un absorbant résonant de type écran de Dallenbach. Les potentialités d'absorbants multi-couches ou structurés pourront être regardées pour obtenir une réponse large-bande.

En soi, le caractère novateur du sujet est multiple : i) utilisation de graphène mis au point selon un procédé à la fois plus économique et responsable, ii) contrôle des relations procédés-propriétés électromagnétiques de matériaux composites à base de graphène, iii) élargissement des applications de l'utilisation de graphène à l'absorption électromagnétique.

### Structures d'accueil et contacts

Les travaux seront répartis entre le site de Brest (Lab-STICC UMR CNRS 6285 et IRDL UMR CNRS 6027) et le site d'Illkirch-Graffenstaden (BlackLeaf). L'encadrement académique sera assuré par :

- Alexis Chevalier, Maître de Conférences, Alexis.Chevalier@univ-brest.fr (Lab-STICC UMR CNRS 6285)
- Lana Damaj, Maître de Conférences, Lana.Damaj@univ-brest.fr (Lab-STICC UMR CNRS 6285)
- Julien Ville, Professeur des Universités, Julien.Ville@univ-brest.fr (IRD L UMR CNRS 6027)



L'encadrement industriel sera assuré par :

- Housseinou Ba, co-fondateur, [hba@blackleaf.fr](mailto:hba@blackleaf.fr)
- Yannick Lafue, co-fondateur, [ylafue@blackleaf.fr](mailto:ylafue@blackleaf.fr)

### **Rayonnement scientifique**

Le doctorant ou la doctorante s'impliquera dans la valorisation des résultats obtenus en les présentant dans des congrès nationaux et internationaux.

### **Profil recherché**

- Niveau d'étude : Master 2 ou Ingénieur en Physique, Sciences des Matériaux ou Electronique.
- Compétences recherchées : électromagnétisme et interaction onde-matière, physique des matériaux (notamment diélectriques et magnétiques), logiciels de simulation électromagnétique (tels que HFSS, CST, ADS), appareils de mesure radiofréquence (tels que VNA : Vector Network Analyzer), procédés de mise en forme des matériaux, notions de physico-chimie et rhéologie.
- Maîtrise de la langue anglaise.

### **Pour candidater**

Envoyer CV et lettre de motivation à l'adresse [julien.ville@univ-brest.fr](mailto:julien.ville@univ-brest.fr) avant le 15 juin 2025. Le début des travaux est envisagé le 1 septembre 2025.

### **Inscription et rémunération**

Le doctorant ou la doctorante sera inscrit(e) à l'Ecole Doctorale Sciences de la Matière, des Molécules et Matériaux (S3M), membre du Collège Doctoral de Bretagne. La rémunération est fixée à 2 200 € bruts mensuels.