

Sujet de thèse
École doctorale EEA de Lyon

Merci de compléter l'ensemble des rubriques et de lire les notes de bas de page.

Etablissement d'inscription : Ecole Centrale de Lyon ¹
École doctorale : ED 160 EEA de Lyon dirigée par Mr Delachartre Philippe
Intitulé du doctorat : Génie Electrique ²
Sujet de la thèse : Capteur autonome fabriqué par procédés plastroniques respectueux de l'environnement
Unité de recherche : Ampère ³ , dirigée par Christian Vollaire
Directeur/trice de thèse : Mr BREARD Arnaud
Co-directeur/trice de thèse (le cas échéant)⁴ : Mr ALLARD Bruno
Co-directeur/trice de thèse en entreprise (le cas échéant) :

¹ A impérativement choisir dans la liste suivante : Ecole Centrale de Lyon, INSA de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1

² A impérativement choisir dans la liste suivante : Automatique // Electronique, Micro et Nano-électronique, Optique et Laser // Génie Electrique // Ingénierie pour le vivant Traitement du signal et de l'Image)

³ A impérativement choisir dans la liste suivante : Laboratoire Ampère, CITI, CREATIS, INL, LAGEP, LGEF

⁴ Un/une co-encadrant-e n'est pas nécessairement co-directeur/trice de thèse puisque pour remplir ce rôle, il est nécessaire d'être habilité à diriger des recherches (pour plus de précision, voir le règlement intérieur de l'ED EEA, section 3.

Collaboration(s)/partenariat(s) extérieur(s) éventuels⁵ :

Domaine et contexte scientifiques :

Les développements liés aux procédés de fabrication ne valident pas les performances des objets sur le plan des radiofréquences et encore moins la problématique de la conception d'un système. L'antenne-capacité est un objectif fort. Le concept est à peine esquissé dans la littérature. Par ailleurs la testabilité de l'antenne-capacité devra être étudiée au milieu du plan d'expérience globale.

Peu de travaux ont trait à la réalisation d'antennes sur les substrats PLA, et aucun à notre connaissance ne porte sur le concept de "capacité-antenne". Il s'agira de concevoir et démontrer la faisabilité d'une telle "capacité-antenne" sur la base de ce que permet de fabriquer le procédé de référence IME, une couche, sur PLA. D'un point de vue électrique et RF, il sera également important de comparer les résultats obtenus

Mots-clefs : antenne spécifique; antenne 3D; plastronique; grappillage: capteur IoT

Objectifs de la thèse :

L'objectif de la thèse sera de développer un démonstrateur d'antenne capacité en 2D puis 3D, en validant les aspects technologiques liées à la fabrication avec des matériaux recyclés et biosourcés, la définition d'un test d'évaluation des performances des antennes-capacités et d'une démonstration via l'alimentation d'un capteur à microprocesseur embarqué.

Verrous scientifiques :

⁵ Hors contrats doctoraux fléchés UMI par l'établissement, les sujets de thèse en cotutelle ne sont pas acceptés.

L'objectif de cette thèse est de développer, à travers des compétences interdisciplinaires, une approche de fabrication d'objets par impression 3D et par thermoformage 2D (IME), compatibles avec le matériau biosourcé retenu et dans un contexte de procédés technologiques respectueux de l'environnement.

Les axes de recherche convergeront vers la réalisation d'une antenne, système électrique sensible, constitué de divers éléments. Les performances de l'antenne butte sur un défaut de connaissance de l'adaptabilité du matériau biosourcé, la possibilité de le métalliser fiablement et la compatibilité de l'ensemble soit à l'impression 3D soit au thermoformage 2D dans une approche IME.

- La démonstration de caractéristiques diélectriques et conductrices suffisantes de l'assemblage en vue d'une antenne radiative ;
- La conception de l'antenne pour synthétiser un effet capacitif, en lien avec la fourniture d'énergie DC résiduelle au capteur, hors d'une communication avec l'extérieur.
- L'approche de conception d'un système représentatif (capteur autonome)

Une approche par plan d'expérience est nécessaire pour mettre en évidence et maîtriser les paramètres les plus importants.

Contributions originales attendues :

Les travaux comportent classiquement 3 jalons.

- Un jalon méthodologique de conception dont les particularités se construiront au fur et à mesure de l'étude autour d'échantillons représentatifs.
- Un jalon expérimental concernera la caractérisation de briques fonctionnelles et démonstrateurs d'antennes en lien avec les contraintes normatives et standards de l'électronique.
- Un jalon méthodologique sur la conception du système, compte-tenu des possibles limitations du procédé.
- Un jalon expérimental sur la testabilité du système obtenu par IME.

Programme de recherche et démarche scientifique proposée :

Les travaux comportent classiquement 3 jalons.

- Un jalon méthodologique de conception dont les particularités se construiront au fur et à mesure de l'étude autour d'échantillons représentatifs.
- Un jalon expérimental concernera la caractérisation de briques fonctionnelles et démonstrateurs d'antennes en lien avec les contraintes normatives et standards de l'électronique.
- Un jalon méthodologique sur la conception du système, compte-tenu des possibles limitations du procédé.
- Un jalon expérimental sur la testabilité du système obtenu par IME.

Encadrement scientifique :

- **Description du comité d'encadrement :** [à compléter avec le rôle dans l'encadrement scientifique (en termes de compétences scientifiques, etc.) et le pourcentage d'implication du directeur de thèse ⁶ et des autres membres du comité⁷]

Nom Prénom	Labo / Equipe	Compétences scientifiques	Taux d'encadrement %
Mr BREARD Arnaud	Ampère Dept Energie Electrique/ Convergence priorité information énergie	apportera des compétences sur les aspects électromagnétiques. Il supervisera la méthodologie avec en particulier les approches de plan d'expérience et de simulation.	34
Mr ALLARD Bruno	Dept Energie Electrique/ Convergence priorité énergie	%) apportera des compétences sur les aspects électriques des démonstrateurs et la caractérisation des performances électriques. Il contribuera au plan d'expérience.	33
Mr CABRERA Michel	Dept Energie Electrique/ Convergence priorité information énergie	apportera des compétences sur les matériaux et les procédés technologiques. Il supervisera les caractérisations multi-physiques.	33

⁶ Le directeur de thèse doit être un HdR rattaché à l'ED EEA ou en passe de le devenir avant juin de l'année en cours ou bénéficier d'une dérogation du Conseil Scientifique lors du dépôt du sujet de thèse.

⁷ Dans le cas d'un comité d'encadrement réparti sur plusieurs établissements, la plus grande partie de l'encadrement est effectuée par des membres de l'établissement. Si l'encadrement de la thèse implique des membres hors de l'ED EEA, la part de l'encadrement des membres ED doit être très supérieure à 50%.

- Le comité d'évaluation de l'HCERES ayant demandé à l'école doctorale de limiter la taille du comité d'encadrement à deux membres (directeur de thèse compris), il est impératif de ne proposer des comités d'encadrement de taille plus importante que si cela est absolument nécessaire⁸ et **de le justifier soigneusement.**

Sujet pluridisciplinaire

- **Intégration au sein du (ou des) laboratoire(s)** (Département/Equipe(s) impliquée(s)) (**pourcentage du temps travail au sein de ce ou ces laboratoire(s)**) :

100% Ampère

⁸ Un certain nombre de commissions type CNU ne reconnaissent un co-encadrement qu'au-delà d'un certain pourcentage. Souvent l'encadrement est considéré comme effectif si > 30%.

Financement de la thèse : Contrat doctoral de l'établissement d'inscription

Profil du candidat recherché (prérequis) :

Ingénieur, Master 2 (M2) ou équivalent. Compte-tenu du caractère pluridisciplinaire du

sujet, différents profils de candidats pourront être étudiés : électronique, électromagnétisme, matériaux, procédés de fabrication.

Un très bon niveau d'expression écrite et orale en français et en anglais est attendu, de même qu'un goût marqué pour l'expérimentation. Des qualités relationnelles sont requises ainsi que de la rigueur et de la curiosité scientifique.

Objectifs de valorisation des travaux de recherche :

Démonstrateurs visibles

Publications rang A

2 conférences internationales

Compétences qui seront développées au cours du doctorat :

- Immersion dans le monde des capteurs autonomes
- Problématiques pluridisciplinaires
- Modélisation, simulations
- Gestion de projet,
- Travail d'équipe,
- Savoir-faire méthodologique
- Expérimentation
- Faire-savoir

Perspectives professionnelles après le doctorat :

Embauche en tant qu'ingénieur R&D dans les industries utilisatrices d'électronique et/ou électronique de puissance, branche automobile ou Industrie 4.0.

Références bibliographiques sur le sujet de thèse :

- 1) <https://iotbusinessnews.com/2018/10/31/37988-internet-of-things-marketgrowing-psikick-infographic-explores-shrinking-expectations/>
- 2) <https://www.electronic.nu/2018/12/28/massive-iot-and-emc/>
- 3) F. Botman, et al., "Bellevue: A 50MHz variable-width SIMD 32bit microcontroller at 0.37V for processing-intensive wireless sensor nodes," 2014 IEEE ISCAS, Melbourne VIC, 2014, pp. 1207-1210
- 4) C. Penu, M. Helou, Acide polylactique (PLA), Techniques de l'Ingénieur, Réf AM3317 v1, 10 juillet 2017
- 5) Saeidlou, S., Huneault, M. A., Li, H., & Park, C. B. (2012). Poly (lactic acid) crystallization. Progress in Polymer Science, 37(12), 1657-1677.