

Projet Interreg AntiRési : Offre de post-doc

Formulation et fonctionnalisation de matériaux à propriétés antibactériennes pour et par la fabrication additive

Mots-clés : Fabrication additive, caractérisation, durabilité, surface

Localisation : ITheMM (site de Charleville-Mézières, 08), Université de Reims Champagne-Ardenne

Début : dès que possible

Durée : 12 mois

Unité d'accueil :

L'Institut de Thermique, Mécanique, Matériaux (ITheMM, UR 7548), créé en janvier 2019, est une unité de recherche de l'Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA). Les activités de recherche de l'ITheMM s'articulent autour des Sciences pour l'Ingénieur, et traitent de thématiques dans trois domaines scientifiques : Mécanique et Génie Civil, Thermique-Énergétique, Matériaux et Procédés. Les activités de recherche couvrent des échelles importantes : de nanostructures aux poutres d'infrastructures de génie civil. L'ITheMM est une unité d'accueil multisites, présent sur les villes de Reims, Charleville-Mézières et Troyes. Les activités de recherche pluridisciplinaires sont mises en œuvre par 56 enseignants-chercheurs, 9 personnels BIATSS, et plus de 40 doctorants et post-doctorants, ce qui fait de l'institut un des plus gros laboratoires de l'URCA. Les recherches sont menées en s'appuyant sur des plateformes technologiques et scientifiques riches en équipements innovants. L'institut s'inscrit dans la stratégie de recherche et d'innovation affichée par la région concernant les procédés innovants et les matériaux, en tant qu'acteurs de différentes structures et fédération (MATERIALIA, IAR, GE@2M...). L'ITheMM est structuré en 3 équipes (Thermique, Mécanique Appliquée et Génie Civil, Matériaux et Procédés Innovants). La présente offre de post-doc s'inscrit dans le cadre des activités de l'équipe « Matériaux et Procédés Innovants », et spécifiquement ceux de la chaire « Matériaux Architecturés » (MATUR), et du projet Interreg AntiRési ayant pour but de développer des matériaux ayant des propriétés antibactériennes améliorées.

Descriptif :

La fabrication additive (FA) est un procédé d'élaboration permettant la mise en forme d'une pièce par ajout de matière. Comparée aux techniques plus conventionnelles (soustractive ou formative), la FA permet une certaine liberté géométrique et des coûts réduits pour la fabrication de petites séries. Cependant, la nature chimique des matériaux disponibles en FA et leur état de surface induit par le procédé tendent à permettre le développement microbien [1], ce qui limite leur utilisation dans certaines applications, comme le médical par exemple.

Dans le but de développer des matériaux antibactériens, et éviter l'utilisation excessive d'antibiotiques et la conséquence sur la résistance des bactéries, l'utilisation de nanocharges a fait l'objet de plusieurs études mais doit considérer des défis au regard de leur toxicité à long terme et de leur capacité à être mis en forme [2]. Le développement de solutions plus durables et sûres pour la santé est alors nécessaire.

Des agents antibactériens peuvent ainsi être ajoutés au matériau afin de lui apporter des propriétés antibactériennes améliorées. Par ailleurs, ces agents peuvent être d'origine variée (végétale, virale, minérale, synthétique...) et donc nécessiter une adaptation de la stratégie d'élaboration du matériau, en particulier lorsqu'il s'agit de considérer les contraintes inhérentes à la FA (mode de fabrication, mise en forme du semi-produit, stabilité thermique, nature des matériaux disponibles, structure induite, comportement rhéologique...). En particulier, plusieurs voies sont possibles pour intégrer les agents aux matériaux, à savoir :

- Par incorporation dans le volume de l'agent antibactérien (formulation de matériaux)
- Par traitement de la surface avec l'agent (fonctionnalisation de surface)

Chaque voie présente ses avantages et inconvénients. En particulier, la fonctionnalisation permet l'ajout de l'agent à la surface, augmentant sa disponibilité à l'interface matériaux/environnement là où nécessaire, mais la méthode est sujette à une faible durabilité aux conditions extérieures (abrasion, perspiration, etc.). La formulation à cœur du matériau permet de résoudre cette problématique mais est limitée par la capacité à mettre en œuvre la formulation autant d'un point de vue stabilité (dégradation thermique, agrégation des charges...) que santé matière (défaut induit, propriétés mécaniques...).

Afin de développer de nouveaux matériaux à propriétés antibactériennes pour et par la FA, de nouvelles voies de formulation et de fonctionnalisation doivent être élaborées et étudiées vis-à-vis de leur capacité à être mis en forme (rhéologie, taux de fonctionnalisation, stabilité thermique, etc.) et des performances finales (mécanique, thermique, biologique, durabilité, etc.) afin de définir des stratégies adaptées aux matériaux et aux applications industrielles d'intérêt.

Travail envisagé :

Le travail pluridisciplinaire sera adapté selon le profil du ou de la candidate et des propositions qu'il/elle saura faire preuve. Il est attendu de développer de nouveaux matériaux à propriétés antibactériennes pour et par FA sur des aspects matériaux, procédés et propriétés dont les études porteront principalement sur :

- l'imprimabilité des formulations déjà développées par les différents partenaires industriels et académiques du projet,
- la formulation/fonctionnalisation de semi-produits en polymères et composites avec des charges et additifs antibactériens,
- la caractérisation du comportement des matériaux (rhéologie, optique, mécanique, thermique...),
- le développement de nouvelles voies de fonctionnalisation de surface en tant que post-traitement sur matériaux imprimés,
- la durabilité des fonctionnalisations de surface sous contraintes extérieures (UV, thermique, mécanique, chimique...),
- le dimensionnement des matériaux et produits imprimés selon les applications visées.

Le travail inclura également l'aide à la gestion et au pilotage du projet.

Profil recherché :

Profil : Le profil est ouvert à un ou une candidat(e) détenteur(trice) d'un doctorat en Sciences et Génie des matériaux sur un large panel de champ disciplinaire (Chimie, Mécanique, Génie des Procédés...).

Connaissances/compétences scientifiques : Il est attendu une à plusieurs compétences scientifiques parmi : procédés de mise en forme des matériaux, fabrication additive, formulation, caractérisation (optique, mécanique, rhéologique, thermique...), traitement des surfaces, simulation numérique. Des connaissances en biologie seront un plus. La maîtrise de l'anglais tant à l'écrit qu'à l'oral est demandée pour dialoguer avec les acteurs non francophones du projet. À cela, des compétences en gestion de projet sont requises.

Qualités : Curiosité, rigueur, autonomie, force de proposition, travail en équipe.

Candidature :

Curriculum Vitae + Lettre de motivation + Lettres de recommandation à envoyer à : G. GINOUX (geoffrey.ginoux@univ-reims.fr) et S. ALLAOUÏ (samir.allaoui@univ-reims.fr)

Bibliographie :

- [1] Y. Yuan, M.P. Hays, P.R. Hardwidge, J. Kim, Surface characteristics influencing bacterial adhesion to polymeric substrates, RSC Adv. 7 (2017) 14254–14261. <https://doi.org/10.1039/C7RA01571B>.
- [2] L. Zhang, H. Forgham, A. Shen, J. Wang, J. Zhu, X. Huang, S.-Y. Tang, C. Xu, T.P. Davis, R. Qiao, Nanomaterial integrated 3D printing for biomedical applications, J. Mater. Chem. B 10 (2022) 7473–7490. <https://doi.org/10.1039/D2TB00931E>.