

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Gabriel CARDOSO GONÇALVES

CANDIDAT(E) au DOCTORAT CHIMIE,
à L'UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR
SOUTIENDRA PUBLIQUEMENT sa THÈSE

le 16 décembre 2022 à 9h30
à L'UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR
Amphitéâtre IPREM

SUR LE SUJET SUIVANT :

Design et élaboration de revêtements hybrides bio-sourcés anti-corrosion pour l'industrie aéronautique via la méthodologie EISA

JURY :

Renata ANTOUN SIMAO, Professeur, UNIVERSITÉ FÉDÉRALE DE RIO DE JANEIRO
Fatima CHARRIER - EL BOUHTOURY, Maître de conférence, HDR, UNIVERSITÉ PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR
Jean-Charles DUPIN, Maître de conférence, UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR
Jalel LABIDI, Professeur, UNIVERSITÉ DU PAYS BASQUE
Corinne NARDIN, Professeur des Universités, UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR
Marie-France THEVENON, Directrice de Recherche, CIRAD

Pau, le 15 décembre 2022

Le Président et,
Par délégation, la Vice-Présidente de la Commission de la
Recherche

p.o. Isabelle BARAILLE



UNIVERSITÉ
DE PAU ET DES
PAYS DE L'ADOUR
Tél. : 05 59 40 70 00
www.univ-pau.fr

Avenue de
l'Université
BP 576
64012
PAU Cedex



Directeurs de thèse
J-C. DUPIN et F. CHARRIER-EL BOUHTOURY (IPREM)

Résumé :

Dans le contexte actuel des développements technologiques anticorrosion du secteur aéronautique, de nouvelles alternatives aux revêtements classiques à base de chrome hexavalent sont étudiées et se veulent plus éco-durables, comme attendu par la législation Européenne REACH. Une nouvelle approche de la protection des alliages d'aluminium 2024 a été engagée avec l'élaboration d'un revêtement hybride innovant combinant une matrice de silice interconnectée avec de la lignine kraft telle que celle extraite de la Forêt des Landes de Gascogne.

Bien qu'elle soit le deuxième biopolymère le plus abondant sur Terre et qu'elle ait une structure moléculaire riche la lignine est malheureusement peu utilisée dans des applications à haute valeur ajoutée technologique ; elle a en effet pour principal usage, celui d'être une source de chaleur et d'énergie par simple combustion.

Dans ce travail de thèse, la conception du bio revêtement s'appuie sur l'auto-organisation naturelle des phases en présence permise par la technique de "Evaporation Induced Self-Assembly (EISA)". Le procédé ne nécessite aucun apport d'énergie externe pour s'activer et se développer et s'inscrit dans une démarche environnementale. Le mélange bio ressource/agent silicique est appliqué sur le substrat par la méthode du Dip-Coating, simple à mettre en œuvre, dans laquelle des paramètres importants comme l'humidité relative (HR) et la vitesse de retrait ont été optimisés. Le processus de protection de l'alliage a ensuite été renforcé par un post-traitement de plasma SF₆ de la surface du revêtement. Dans ces conditions, il a été observé une très nette augmentation de l'hydrophobicité des matériaux élaborés en adéquation avec les objectifs scientifiques attendus.

Techniquement, deux voies différentes de préparation des revêtements ont été évaluées dans ce travail : une voie dite « directe » (DR) et une voie dite « non directe » (NDR), dans laquelle une fonctionnalisation préalable de la surface du substrat métallique à protéger a été effectuée avec un agent organo-alcoolique, le TESPSA. Les résultats ont montré que les revêtements « non directs » présentaient une couverture plus homogène à la surface de l'alliage Al2024 et que leur hydrophobicité était naturellement bien plus importante que celle des revêtements « directs ». Dans la continuité de ces observations, les caractérisations physico-chimiques SEM et XPS ont mis en lumière la tendance de la lignine à s'organiser sur la phase silicique, jouant très certainement un rôle majeur dans la protection finale. Par ailleurs, les bilans montrent qu'il semble opportun de réaliser les dépôts avec des vitesses de retrait des bains plus lentes tout en opérant dans un environnement plutôt sec (Humidité Relative autour de 10%). Ces conditions assureraient en effet une meilleure homogénéité des revêtements, réduisant également sensiblement leur mouillabilité et les rendant plus épais, soient des exigences attendues par les certifications de l'industrie aéronautique. Pour les matériaux élaborés, les tests d'adhésion réalisés ont indiqué un bon degré d'adhésion sur l'alliage d'aluminium.

Finalement, des essais de corrosion ont été menés pour tester le comportement des revêtements hybrides (mesures électrochimiques et tests de brouillard salin). Ces premières études se sont révélées prometteuses puisque la couche de protection optimisée (NDR/vitesse de retrait : 0,05mm.s⁻¹/HR 10%) a résisté 48h sans aucune piqure de corrosion confirmant le très faible courant de corrosion mesurée.

Le post-traitement de plasma SF₆ appliqué sur les revêtements a pour sa part multiplié le caractère hydrophobe de ces derniers avec des angles de contact d'environ 95 degrés pour les revêtements DR et d'environ 105 degrés pour les revêtements NDR. Ces évolutions importantes ouvrent un large champ de perspectives pour la protection de pièces métalliques de l'Aéronautique en associant les technologies futures à la valorisation de bio ressources.