

Avis de Soutenance

Monsieur Amaury ROUILLARD

Physique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Étude des potentialités des jets plasma pour le traitement de souches bactériennes (multi)résistantes dans les conditions terrestres et spatiales

dirigés par Monsieur Eric ROBERT

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : GREMI - Groupe de Recherches sur l'Energie des Milieux Ionisés

Soutenance prévue le **mercredi 19 novembre 2025** à 14h15

Lieu : IUT d'Orléans, rue d'Amboise, 45067 Orléans Cedex 2, France

Salle : Amphithéâtre C2

Composition du jury proposé

M. Eric ROBERT	CNRS	Directeur de thèse
Mme Muriel GOLZIO	Université de toulouse	Rapporteuse
M. Nofel MERBAHI	Université de Toulouse	Rapporteur
M. Jean-Gabriel BAUZIN	IUT de Ville d'Avray	Examineur
M. Thomas MAHO	INU Champollion	Examineur
Mme Fabienne BRULE MORABITO	Université d'Orléans	Co-encadrante de thèse
Mme Guillemette GAUQUELIN-KOCH	CNES	Examinatrice
M. Pablo ESCOT BOCANEGRA	Université d'Orléans	Co-directeur de thèse
Mme Maryvonne DEMASURE	Centre Hospitalier universitaire d'Orléans	Invitée
M. Augusto STANCAMPIANO	CNRS	Invité

Mots-clés : jets Plasma, bactérie multi résistante, plasma froid à pression atmosphérique, conditions spatiales, conditions terrestres,

Résumé :

Le plasma, considéré comme le quatrième état de la matière, résulte de l'ionisation d'un gaz et se compose d'électrons, d'ions et d'espèces neutres. Parmi ses déclinaisons, le plasma froid non-thermique à la pression atmosphérique suscite un intérêt croissant pour des applications biomédicales. Ses propriétés bactéricides sont désormais établies et ouvrent la voie à des alternatives aux antibiotiques face à l'essor des bactéries multirésistantes (BMRs). Ces dernières représentent une menace sanitaire mondiale, reconnue par l'OMS comme un enjeu critique pouvant provoquer jusqu'à dix millions de décès annuels à l'horizon 2050. Les effets biologiques du plasma sont liés à une combinaison de facteurs physico-chimiques : rayonnements UV, champ électrique, espèces chargées et espèces réactives de l'oxygène et de l'azote (RONS). Les réacteurs à décharge à barrière diélectrique (DBD) constituent une technologie particulièrement prometteuse grâce à leur efficacité de production de RONS et leur capacité à générer des jets de plasma capables d'inactiver rapidement des bactéries. Au-delà de la pratique terrestre de la médecine, l'intérêt du plasma froid se projette également dans le contexte spatial. Les futures missions habitées de longue durée imposeront des solutions de décontamination, de purification de l'air et de l'eau, et de gestion des infections, dans un environnement contraint en ressources. Le plasma froid, notamment au travers de sources plasma versatiles telles que le Plasma Gun (PG) développé au laboratoire GREMI, pourrait répondre à ces exigences. L'objectif principal de cette thèse est d'évaluer le potentiel bactéricide du PG en conditions terrestres et spatiales, tout en approfondissant la compréhension des mécanismes mis en jeu. Le travail s'est articulé autour de deux axes: la caractérisation du plasma en diverses conditions environnementales incluant l'apesanteur, et l'évaluation de son efficacité sur des souches bactériennes diverses non pathogènes et multirésistantes. Les résultats ont confirmé l'efficacité du Plasma Gun pour l'inactivation bactérienne, sur terre comme en apesanteur (validé lors de campagnes de vols paraboliques supportées par le CNES et Novespace). L'étude de l'ajout de dioxygène au gaz plasmagène (hélium) et l'exposition de bactéries en phase latente et de croissance exponentielle suggèrent un rôle prépondérant des RONS à courte durée de vie dans l'inactivation induite par plasma froid. L'étude des traitements dynamiques a montré qu'il est possible de décontaminer rapidement de larges

surfaces, l'efficacité dépendant directement du nombre d'impulsions plasma par unité de surface. L'analyse thermique a confirmé que l'échauffement local reste insuffisant pour expliquer l'inactivation bactérienne, écartant une simple désinfection par l'apport de chaleur. Les observations par imagerie filtrée en longueur d'onde ont souligné l'importance des espèces réactives de courte durée de vie, localisées à l'interface plasma-cible. Enfin, les tests sur des BMRs en milieu hospitalier (CHU d'Orléans) ont démontré que le PG conserve une efficacité comparable à celle observée sur les souches non pathogènes, avec des variations liées à la composition du gaz et aux sensibilités spécifiques des bactéries. En conclusion, ce travail met en évidence le potentiel du Plasma Gun comme outil polyvalent de désinfection, prometteur pour des applications médicales terrestres et pour les futures missions spatiales.