

Avis de Soutenance

Monsieur Valernst GILMUS

Ingénierie pour le vivant

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

résonateurs rf homogènes à haute sensibilité pour des applications en ingénierie tissulaire utilisant un scanner irm de paillasse exploration d'une approche 3d plastronique et cryogénique

dirigés par Monsieur Simon LAMBERT

Soutenance prévue le **jeudi 18 décembre 2025** à 14h00

Lieu : Amphithéâtre du Bâtiment Edgar LEDERER, 1 Rue Victor Grignard 69100 Villeurbanne

Composition du jury proposé

M. Simon LAMBERT	Université Claude Bernard Lyon 1	Directeur de thèse
Mme Irena ZIVKOVIC	Université technologique d'Eindhoven (Pays-Bas)	Rapporteuse
M. Michel CABRERA	CNRS Lyon	Co-encadrant de thèse
M. Benjamin POTELON	IMT Atlantique - BREST	Rapporteur
Mme Astrid PINZANO	CNRS Nancy	Examinatrice
M. Sami JANNIN	Université Claude Bernard Lyon 1	Examineur
M. Tony GERGES	INSA de Lyon	Invité
Mme Emma PETIOT	Université Claude Bernard Lyon 1	Invitée

Mots-clés : IRM, Microscopie, Plastronique, Bas-Champs, Ingénierie tissulaire, IRM de paillasse,

Résumé :

Les avancées récentes en ingénierie tissulaire 3D pour des tissus bio-conçus nécessitent de nouvelles solutions d'expérimentation et d'imagerie. Alors que les bio-constructions 3D complexes exigent des chambres de culture avancées basées sur un système de perfusion pour le flux des nutriments et l'élimination des déchets, les systèmes existants sont souvent encombrants, complexes et peu adaptés à l'intégration avec les outils d'imagerie. Les modalités d'imagerie traditionnelles sont fréquemment destructrices et ne parviennent pas à mesurer la profondeur et l'échelle de ces tissus. Parmi les modalités disponibles, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sort du lot par sa capacité à fournir une imagerie non invasive à haute résolution. Cependant, les systèmes d'IRM à haut champ sont peu pratiques pour une utilisation quotidienne en laboratoire en raison de leur coût et de leur accessibilité. Des systèmes d'IRM de paillasse à bas champ ont vu le jour, mais leur utilisation est associée à une diminution du Rapport Signal sur Bruit, ce qui limite la qualité de l'image. Un facteur critique pour obtenir des résultats optimaux réside dans l'utilisation efficace de l'espace disponible tout en intégrant les fonctionnalités nécessaires, y compris des résonateurs radiofréquence (RF) blindés, optimisés et très sensibles. Pour tirer pleinement parti de l'IRM en tant que modalité efficace pour les échantillons vivants 3D, il est nécessaire de fabriquer un dispositif combinant une chambre perfusée 3D avec un résonateur blindé épousant sa forme en un

seul appareil. De plus, le dispositif doit s'intégrer dans l'espace restreint disponible propre aux systèmes d'IRM de paillasse. Une approche Plastronique 3D, permettant l'intégration complète de circuits électroniques sur des surfaces 3D, utilisée pour mettre en place des résonateurs convenablement dimensionnés directement sur la surface de la chambre de culture, permet la création d'un système cohésif qui allie les fonctionnalités d'imagerie et de culture tissulaire, assurant un positionnement optimal du résonateur dans la zone d'imagerie, maximisant la sensibilité et conservant un environnement reflétant les caractéristiques in vivo. Cette thèse vise à présenter une plateforme agile, évolutive et rentable pour la caractérisation de bioconstructions tissulaires 3D en combinant la flexibilité de la fabrication plastronique 3D avec un scanner IRM à bas champ peu coûteux. Le chapitre I présente le besoin critique d'une modalité d'imagerie pratique et modulable en ingénierie tissulaire. Il approfondit les principes de l'IRM et identifie le résonateur radiofréquence (RF) comme l'un des éléments les plus critiques pour l'optimisation du RSB dans les systèmes bas champ. L'utilisation de la Plastronique 3D pour créer des résonateurs aux géométries optimisées et à la sensibilité améliorée est considérée. Le chapitre II détaille un processus guidé par la simulation et les calculs analytiques pour concevoir et optimiser un résonateur RF pour un scanner IRM de paillasse à bas champ, en commençant par une revue théorique, puis en s'orientant vers des co-simulations électromagnétiques 3D complètes pour prédire les performances en conditions réelles et sélectionner la conception la plus adaptée. Le chapitre III couvre le développement, la fabrication et la validation d'une chambre de culture Plastronique 3D. Le chapitre détaille le processus de conception et l'intégration d'un résonateur RF haute performance en utilisant une approche de Plastronique 3D Rapide (R3DP). Il démontre les performances du système à travers une IRM in situ à haute résolution d'un hydrogel bio-imprimé et perfusé. Le chapitre IV explore une autre stratégie pour surmonter les limites de sensibilité, en utilisant un système de refroidissement cryogénique résonateur RF. La conception, la fabrication et la validation d'une preuve de concept de dispositif cryogénique sont présentées, posant les bases pour des optimisations futures.