



<b>Titre Thèse</b>	Imagerie Microonde en Nanomédecine		
<b>(Co)-Directeur</b>	Haddadi, Kamel	E-mail : <a href="mailto:kamel.haddadi@univ-lille.fr">kamel.haddadi@univ-lille.fr</a>	
<b>(Co)-Directeur</b>	Boukherroub, Rabah	E-mail : <a href="mailto:rabah.boukherroub@univ-lille.fr">rabah.boukherroub@univ-lille.fr</a>	
<b>(Co)-Encadrant</b>	Abderrahmani, Amar	E-mail : <a href="mailto:amar.abderrahmani@univ-lille.fr">amar.abderrahmani@univ-lille.fr</a>	
<b>Laboratoire</b>	IEMN	Web : <a href="https://www.iemn.fr/">https://www.iemn.fr/</a>	
<b>Equipe</b>	Circuits, Systèmes et Applications des Microondes (CSAM) et NanoBioInterfaces	Web : <a href="https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/">https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/</a>	
<b>Financement prévu</b>	Contrat Doctoral Etablissement	ULille <input checked="" type="checkbox"/>	UPHF <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> Yncrea <input type="checkbox"/>
	Région – Autre <input type="checkbox"/>	Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser :	
<b>Financement acquis ?</b> <input type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/> Préciser	Autre <input type="checkbox"/> Préciser	

### Résumé du sujet :

L'imagerie par micro-ondes (IMO) est une nouvelle modalité d'imagerie qui offre plusieurs caractéristiques souhaitables pour l'imagerie et le diagnostic. Cette méthode est non-invasive et nonionisante, peut fournir une imagerie quantitative en temps réel, et présente un potentiel pour un traitement personnalisé par hyperthermie micro-ondes. Aux fréquences micro-ondes, les tissus biologiques présentent des propriétés diélectriques variables qui dépendent des permittivités complexes des matériaux constitutifs du tissu, notamment de la teneur en eau. Diverses études sur des coupes tissulaires ont tenté d'établir un lien entre les propriétés diélectriques et l'état physiologique (sain ou malade) de ces tissus.<sup>1</sup> Afin d'améliorer le contraste diélectrique et généraliser cette méthode dans le domaine de l'imagerie et le diagnostic, plusieurs études ont investigué l'utilisation de nanoparticules inorganiques ou métalliques. Parmi ces nanoparticules, on peut citer l'oxyde de fer (SPION), l'or, l'oxyde de zinc, la silice, et des nanotubes de carbone.<sup>2-4</sup> Des résultats intéressants ont été rapportés pour des nanotubes de carbone oxydés et des nanoparticules de ZnO modifiées par du polyéthylène glycol (PEG). Ces nanostructures ont permis d'atteindre des constantes diélectriques supérieures à celle de l'eau. Cependant, ces valeurs requièrent des concentrations relativement élevées en nanoparticules, ce qui pourrait représenter un frein pour des applications biomédicales (cytotoxicité).

Dans ce contexte, une stratégie originale basée sur deux approches complémentaires aux niveaux nanomatériaux et instrumentation hyperfréquence ambitionne de positionner ces recherches actuelles au-delà de l'état de l'art. En particulier, nous proposons de préparer un ensemble de nanoparticules et de caractériser leurs propriétés diélectriques (permittivité complexe) afin de mieux comprendre les effets dominants sur la base de la morphologie et la nature chimique de ces nanostructures. Un autre aspect innovant du projet est l'utilisation de nanoparticules chirales, un domaine inexploré ou peu exploré en nanomédecine à ce jour. Les nanoparticules avec la constante diélectrique la plus élevée seront testées *in vitro* sur des cellules béta pancréatiques immortalisées en culture et coupes de tissus (îlots de Langerhans de rongeurs). Ce test permettra d'évaluer le potentiel de ces nanoparticules comme agent de contraste en imagerie non-invasive microonde, dans la perspective de mesurer, pour la recherche de base ou diagnostique en clinique, la fonction et la masse des cellules béta pancréatiques. L'instrumentation hyperfréquence tirera profit des développements expérimentaux acquis lors de l'Equipex Excelsior notamment en développement de techniques de caractérisation hyperfréquence multi-échelles et à sensibilité électrique haute fréquence augmentée.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Review of breast screening: Toward clinical realization of microwave imaging. A. Modirria, S. Goudreau, A. Rahimi, K. Kiasaleh, Med. Phys. 44 (12), December 2017, e446-e458

<sup>2</sup>A compressive sensing approach for 3D breast cancer microwave imaging with magnetic nanoparticles as contrast agent. M. T. Bevacqua, and R. Scapaticci, IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, VOL. 35, NO. 2, FEBRUARY 2016, 665-673

<sup>3</sup>Zinc oxide nanoparticles as contrast-enhancing agents for microwave imaging. Rachita Lahri, Mohammed Rahman, and Michael Wright, Maya Thanou, Med. Phys. 45 (8), August 2018, 3820-3830

<sup>4</sup>Microwave imaging of breast cancer with factorization method: SPIONs as contrast agent. S. Cosgun, E. Bilgin, M. Cayoren, Med. Phys. 47 (7), July 2020, 3113-3122

<sup>5</sup>Ren, D., Nematí, Z., Lee, C. H., Li, J., Haddadi, K., Wallace, D. C., & Burke, P. J. (2020). An ultra-high bandwidth nano-electronic interface to the interior of living cells with integrated fluorescence readout of metabolic activity. Scientific reports, 10(1), 1-12.