



## Système d'interférométrie hyperfréquence pour l'étude des ondes de choc au cœur de matériaux inertes et énergétiques

Thèse identifiée « Phare » par la Direction des Applications Militaire (DAM) du CEA.

**Contexte :** Le CEA Gramat étudie le comportement de matériaux sous choc nécessitant l'usage de métrologies dynamiques. L'interférométrie Doppler radiofréquence (à plusieurs dizaines de GHz) a été identifiée comme une technique très prometteuse de mesure de la vitesse de choc et de la vitesse matérielle au sein de matériaux radio-transparents dans une plage de mesure de 0 à 10 km/s. Cette mesure va permettre de déterminer les propriétés sous choc et d'analyser l'influence de la microstructuration de matériaux inertes (bétons composites, céramiques, ...) pour l'amélioration de leurs performances. Pour les matériaux énergétiques, cette mesure permettra également de caractériser de manière fiable les phénomènes transitoires associés aux réactions chimiques. Lorsqu'une onde de choc se propage dans un matériau radio-transparent dispersif, elle provoque un saut de permittivité diélectrique. Cette discontinuité est liée à un changement de densité volumique. Une onde électromagnétique transmise dans un échantillon est donc en partie réfléchi avec l'effet Doppler sur cette discontinuité en mouvement. Le traitement de l'interférogramme obtenu permet de déduire la vitesse instantanée de choc et la vitesse matérielle. Le système d'interférométrie hyperfréquence repose sur une architecture de composants hyperfréquences qui doivent être conçus et fabriqués avec les dernières technologies de la micro-électronique pour répondre au mieux au besoin exprimé.

**Objectif de la thèse :** Ce travail de thèse consistera à concevoir, développer et réaliser un interféromètre hyperfréquence en gamme de fréquence millimétrique ou submillimétrique pour mesurer les différentes vitesses mises en jeu au sein de matériaux inertes ou énergétiques repoussant significativement les limites de performances des systèmes de mesure actuels en termes de résolution spatiale, de localisation et de dynamique. Les technologies microondes et Térahertz seront étudiées afin de choisir la bande de fréquence, les technologies, l'architecture et le système antennaire les plus adaptés au besoin notamment en termes de résolution et de profondeur de champ.

Pour atteindre ces objectifs, un montage expérimental adapté devra être conçu avec le support de la modélisation et ensuite validé expérimentalement. Le traitement des signaux sera à mettre à niveau en se basant sur les connaissances du CEA. Enfin, la fonction de transfert globale de la chaîne de mesure devra être modélisée et maîtrisée par l'estimation de son incertitude de mesure.

**Déroulement de la thèse :** Sur la base des travaux déjà menés sur les mesures de vitesses par radio-interférométrie, une première partie théorique de modélisation sera réalisée à l'IEMN Lille et MC2 Technologies afin de définir la gamme de fréquence, les technologies, l'architecture retenue et les composants adaptés en terme de puissance et de faible bruit.

La deuxième partie de ce travail de thèse consistera à faire réaliser l'interféromètre et à le qualifier en laboratoire à l'IEMN Lille et MC2 Technologies, avec la caractérisation détaillée des composants de la chaîne d'abaissement en fréquence.

Enfin, la troisième partie sera la validation expérimentale du système et de l'outil de traitement des signaux sur les moyens expérimentaux du CEA Gramat.

**Directeur de thèse :** Pr. Christophe Gaquière, IEMN Lille (Institut d'Electronique, de Micro-électronique et de Nanotechnologie - UMR 8520) et MC2 Technologies

**Ecole Doctorale :** Ecole doctorale des Sciences pour l'Ingénieur de l'Université Lille 1

**Contact :** CEA/DAM/Gamat : Dr. Yohan Barbarin - tél : 05 65 10 55 99 - [yohan.barbarin@cea.fr](mailto:yohan.barbarin@cea.fr)

**Référence INSTN :** Thèse PHARE, SL-DAM-18-0655

**Niveau de priorité :** Important