



## DEPARTEMENT DE PHYSIQUE INSTRUMENTATION ENVIRONNEMENT ESPACE DPHY

# Capteurs inertiels vibrants : architecture numérique et étalonnage

Soutenance de thèse de Léopold Delahaye

Judi 28 janvier 2021 à 10h

Salle Contensou de l'ONERA Châtillon / Visioconférence\*

Devant le jury :

- ✚ M Khalil Hachicha, Rapporteur (LIP6 / Sorbonne Université)
- ✚ M Laurent Latorre, Rapporteur (LIRMM / Université Montpellier II)
- ✚ M Tarik Bourouina, Examineur (ESIEE Paris)
- ✚ M Jérôme Juillard, Examineur (CentraleSupélec, Université Paris-Saclay)
- ✚ M Jean Guérard, Encadrant (ONERA/DPHY Châtillon)
- ✚ M Fabien Parrain, Directeur de thèse (C2N, Université Paris-Saclay)

Des résonateurs mécaniques piézoélectriques en quartz et à grand facteur de qualité sont conçus à l'ONERA, et sont utilisés pour intégrer des capteurs inertiels.

L'accéléromètre à lame vibrante est constitué d'une masse d'épreuve qui, soumise à une accélération, induit une variation de la fréquence de résonance de la lame. Le gyromètre vibrant de type diapason présente deux modes de résonance orthogonaux, et dont les amplitudes sont modulées par l'accélération de Coriolis.

Des développements analytiques approchés en considérant l'hypothèse des grands facteurs de qualité permettent de modéliser la réponse des résonateurs à une accélération d'excitation sinusoïdale. Les asservissements de fréquence, phase et amplitude révèlent l'évolution des caractéristiques physiques de la cellule vibrante exploitable pour l'étalonnage du capteur.

Le capteur est composé de la cellule piézoélectrique encapsulée sous vide, d'une interface analogique, d'une électronique numérique synthétisée sur FPGA, et d'un ordinateur de bord. Les opérations numériques, telles que la génération du signal d'excitation et la démodulation numérique de la réponse, sans convertisseurs DAC ou ADC, sont implémentées en VHDL et en C. L'architecture de l'instrument inertiel est générique, portable, et non dépendante de composants analogiques spécifiques, dans la perspective d'applications spatiales.

La carte FPGA est connectée à l'ordinateur de bord qui pilote et traite les données provenant du résonateur. Les performances sont évaluées par étude du bruit, du facteur d'échelle et du biais du capteur en fonction des conditions thermiques, de l'étendue de mesure et de la bande passante.

Mots clés : gyromètre, accéléromètre, FPGA, quartz, étalonnage

\* Accès réservé à la salle de soutenance du fait de la jauge réduite.

Contact lien visio-conférence : [leopold.delahaye@laposte.net](mailto:leopold.delahaye@laposte.net) ou [marie-line.pacou@onera.fr](mailto:marie-line.pacou@onera.fr)