



**DEPARTEMENT DE PHYSIQUE INSTRUMENTATION ENVIRONNEMENT ESPACE
DPHY**

Soutenance de thèse de Jeanne BERNARD

Jeudi 1^{er} décembre 2022 à 14h00

Développement d'une centrale inertielle hybride à atomes froids

***Lieu : Conservatoire National des Arts et Métiers (amphithéâtre Friedmann)
2 rue Conté 75003 Paris***

Composition du jury :

- ✚ Baptiste Battelier, rapporteur, Ingénieur de recherche, Institut d'Optique d'Aquitaine
- ✚ Mathilde Hugbart, rapporteuse, Directrice de recherche, Institut de Physique de Nice
- ✚ Pierre Desbiolles, examinateur, Inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche
- ✚ Marc Himbert, examinateur, Professeur des universités, CNAM
- ✚ Franck Pereira Dos Santos, examinateur, Directeur de recherche, SYRTE
- ✚ Hélène Perrin, examinatrice, Directrice de recherche, LPL
- ✚ Malo Cadoret, encadrant, Maître de conférences, CNAM
- ✚ Yannick Bidet, encadrant, Directeur de recherche, DPHY/SML, ONERA

Résumé :

Le travail de thèse présenté porte sur le développement expérimental d'une centrale inertielle hybride à atomes froids. Un tel instrument permettrait d'améliorer les performances des centrales inertielles embarquées aujourd'hui, composées de capteurs inertiels classiques souffrant d'une dérive de biais induisant une erreur de positionnement après quelques heures de navigation. Les objectifs de cette thèse sont d'adresser deux points bloquants qui empêchent aujourd'hui de construire une centrale inertielle atomique embarquable : la mesure d'accélération horizontale par interférométrie atomique, et la plage de fonctionnement faible en rotation des capteurs atomiques. Ce dernier point ne sera pas abordé pendant la soutenance pour cause de mise au secret par la Direction Générale de l'Armement. Pour cela, nous utilisons un dispositif expérimental de laboratoire qui génère un nuage d'atomes froids de ^{87}Rb , afin d'effectuer des séquences d'interférométrie atomique avec des transitions Raman stimulées. Les faisceaux Raman sont rétro-réfléchis par un miroir sur lequel est fixé un accéléromètre classique destiné à être hybridé avec le capteur atomique. Pour s'affranchir du problème de dégénérescence des transitions Raman $\pm k_{\text{eff}}$ en régime de faible vitesse, nous avons développé deux méthodes de mesure de l'accélération horizontale par interférométrie atomique. La première méthode consiste à appliquer une rampe de fréquence sur les faisceaux Raman horizontaux, pour retrouver l'analogie d'un effet Doppler dans la direction de mesure horizontale. Grâce à cette méthode, nous avons construit un capteur atomique de type Mach-Zehnder, hybridé avec un accéléromètre classique, dont la sensibilité court terme vaut $3.2 \times 10^{-5} \text{ m.s}^{-2}/\text{racine(Hz)}$. La seconde technique repose sur une transition Raman entre les états hyperfins $|F = 1, m_F = -1\rangle$ et $|F = 2, m_F = +1\rangle$ avec des faisceaux Raman polarisés circulairement. Grâce aux règles de sélection en polarisation, cette configuration n'autorise qu'une seule transition contra-propageante, malgré l'absence d'effet Doppler. En implémentant cette méthode, nous avons construit un capteur hybridé ayant une sensibilité court terme de $22 \times 10^{-5} \text{ m.s}^{-2}/\text{racine(Hz)}$.

Les effets systématiques associés à chacune des deux méthodes ont été étudiés théoriquement et expérimentalement.

Mots clés : Interférométrie atomique - Capteur inertiel - Navigation inertielle - Atomes froids - Ondes de matière - Transitions Raman stimulées - Accéléromètre horizontal - Hybridation.