

## Capteur magnétique ultra sensible pour application spatiale

**Contact :** Claire BARADUC DRF//INAC/SPINTEC [claire.baraduc@cea.fr](mailto:claire.baraduc@cea.fr) 0438784235

**Stage pouvant se poursuivre en thèse :** Oui

### Résumé :

Les capteurs magnétiques utilisés actuellement lors de missions spatiales sont des capteurs inductifs dont la très haute sensibilité est cependant obtenue au prix d'un encombrement et d'une masse (150 g/axe) importants, augmentant d'autant le coût de sa mise en orbite. La recherche systématique de solutions pour les réduire a été menée depuis de nombreuses années, mais on atteint aujourd'hui une limite et aucun progrès significatif n'est plus envisageable sans un changement radical de technologie. L'utilisation de composants issus de l'électronique de spin permettrait de franchir un cap très important dans la réduction des dimensions et de la masse des capteurs magnétiques vectoriels, pour peu qu'ils atteignent la sensibilité souhaitée.

C'est pourquoi nous développons actuellement un capteur magnétique ultra-sensible qui combine une architecture innovante et un élément magnétorésistif bas bruit. Notre objectif est d'améliorer les performances du capteur par l'insertion d'une jonction tunnel innovante que nous sommes en train de breveter. Le travail expérimental consistera en la fabrication du dispositif par les techniques de microfabrication et par des mesures fines de bruit électrique ; la composition et la géométrie de la jonction seront optimisées par des simulations numériques.

### Sujet détaillé :

Les capteurs magnétiques utilisés actuellement lors de missions spatiales sont des capteurs inductifs dont la très haute sensibilité est cependant obtenue au prix d'un encombrement et d'une masse (150 g/axe) importants, augmentant d'autant le coût de sa mise en orbite. La recherche systématique de solutions pour les réduire a été menée depuis de nombreuses années, mais on atteint aujourd'hui une limite et aucun progrès significatif n'est plus envisageable sans un changement radical de technologie. L'utilisation de composants issus de l'électronique de spin permettrait de franchir un cap très important dans la réduction des dimensions et de la masse des capteurs magnétiques vectoriels, pour peu qu'ils atteignent la sensibilité souhaitée.

C'est pourquoi nous développons actuellement un capteur magnétique ultra-sensible qui combine une architecture innovante et un élément magnétorésistif bas bruit. Plus précisément, le capteur est composé d'un circuit magnétique servant de concentrateur de flux, de bobines de polarisation et d'une jonction tunnel magnétique. Notre objectif est d'améliorer les performances du capteur en remplaçant la jonction tunnel par une jonction innovante que nous sommes en train de breveter. Le travail expérimental consistera en la fabrication du dispositif par les techniques de microfabrication et par des mesures fines de bruit électrique ; la composition et la géométrie de la jonction seront optimisées par des simulations numériques.

Diminuer le bruit intrinsèque du capteur est le principal verrou technologique de ce projet. Pour atteindre de très faibles niveaux de bruit, principalement d'origine magnétique, nous nous appuyons sur trois innovations clés :

- une polarisation du circuit magnétique par un champ magnétique alternatif à une fréquence où le bruit est minimum, c'est-à-dire au-delà de la région où il varie selon une loi en  $1/f$ . Ceci devrait permettre une diminution de plusieurs ordres de grandeur du bruit à basse fréquence.
- l'utilisation de matériaux magnétiques innovants pour le circuit magnétique caractérisés par une grande linéarité, une très faible hystérésis et une structure en domaine maîtrisée : des multicouches magnétiques douces telle que des couches épaisses de NiFe feuilletées et des multicouches NiFe/Ru/NiFe à couplage antiferromagnétique; des films magnétiques épais (15  $\mu\text{m}$ ) à base d'amorphe de type MetGlas.
- Une géométrie de jonction optimisée résultant d'un compromis entre contraintes de sensibilité et de bruit: la jonction est caractérisée par une grande

surface effective et une épaisseur accrue de la couche sensible, permettant de diminuer fortement le bruit en 1/f magnétique ; par ailleurs, sa forme permet d'augmenter la sensibilité en réduisant le champ de saturation.

- Finalement, l'utilisation d'un empilement innovant (en cours de dépôt de brevet) devrait permettre d'augmenter encore la sensibilité du capteur et de résoudre certains problèmes de fonctionnement.

**Compétences requises :**

physique du solide