

## Manipulation et détection d'ondes de spin dans des matériaux spintroniques métalliques

**Contact :** Gilles GAUDIN DRF//INAC/SPINTEC [gilles.gaudin@cea.fr](mailto:gilles.gaudin@cea.fr) 0438782384

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

### Résumé :

La miniaturisation des composants CMOS est rendue difficile à cause de limitations fondamentales et de l'augmentation des courants de fuite qui entraîne une sur-consommation et échauffement des dispositifs. De nouveaux concepts alternatifs sont intensément recherchés, qui permettent d'augmenter les densités de données stockées et traitées, tout en consommant moins d'énergie.

Les ondes de spin ont été identifiées comme une technologie prometteuse qui pourrait compléter et surpasser la technologie CMOS dans des applications logiques complexes, en permettant une informatique ondulatoire à l'échelle nanométrique.

L'utilisation de ces ondes de spin dans des applications pratiques nécessite de démontrer qu'elles peuvent être générées, manipulées et détectées par des dispositifs nanométriques scalables, constitués de matériaux standards de l'électronique de spin, compatibles avec la technologie CMOS.

Ce stage se focalisera sur les aspects manipulation et détection en se basant sur l'interaction spin orbite et les phénomènes liés (e.g. l'effet Hall de Spin inverse et les couples de spin orbite). Il demandera de la nanofabrication en salle blanche et des mesures RF de dynamique d'aimantation.

### Sujet détaillé :

La miniaturisation des composants CMOS devient de plus en plus difficile, à cause notamment de limitations fondamentales et de l'augmentation des courants de fuite qui entraîne sur-consommation et échauffement des dispositifs. De nouveaux concepts alternatifs font l'objet d'efforts de recherche intenses pour à la fois augmenter les densités de données stockées et traitées, tout en consommant moins d'énergie.

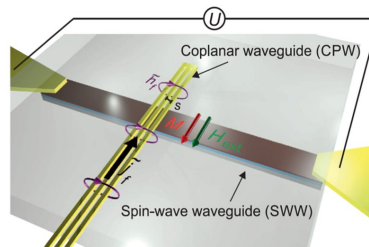
Les ondes de spin ont été identifiées comme une technologie prometteuse qui pourrait compléter et surpasser la technologie CMOS dans des applications logiques complexes, en permettant une informatique ondulatoire à l'échelle nanométrique.

Récemment, des progrès très importants ont été réalisés dans le domaine de la magnonique qui explore la physique des ondes de spin et des magnons et l'utilisation de ceux-ci pour le transport et le traitement de l'information : preuves de concept de différents dispositifs comme des transistors à magnons, des multiplexers à ondes de spin, ... Néanmoins les tailles trop importantes et les matériaux non conventionnels utilisés empêchent leur intégration dans des circuits CMOS.

L'utilisation de ces ondes de spin dans des applications pratiques nécessite de démontrer qu'elles peuvent être générées, manipulées et détectées par des dispositifs nanométriques scalables, constitués de matériaux standard de l'électronique de spin et compatibles avec la technologie CMOS.

Le couplage spin orbite fournit une nouvelle « famille » d'effets très intéressants pour la manipulation et la détection de ces ondes de spin. L'effet Hall de spin inverse (iSHE) par exemple, permettrait la détection électrique locale d'ondes de spin propagatrices tandis que les couples de spin orbite permettraient leur manipulation locale.

Le stage se focalisera sur ces deux aspects. Le travail, expérimental, se déroulera au laboratoire Spintec, pionnier dans l'étude de ces phénomènes. L'effet des couples de spin orbite sera étudié dans le cas d'une excitation globale et uniforme du matériau magnétique (résonance ferromagnétique) et dans le cas d'ondes de spin propagatives. La détection se fera au moyen de l'iSHE en optimisant les matériaux et la géométrie des dispositifs. Les échantillons, dont les éléments sensibles seront autour de la centaine de nanomètre demanderont de la nanofabrication en salle blanche. Ils seront étudiés par des mesures RF de dynamique d'aimantation sous l'action d'un courant DC.



Schematic of an investigated sample: an asymmetric magnetic stack is patterned into a spin-wave waveguide (SWW) with two leads (yellow) to measure the DC voltage (spin wave detection). An insulating  $\text{Al}_2\text{O}_3$  separates the SWW from a nanometric, shorted coplanar wave guide (CPW) that acts as a spin-wave excitation source.

**Compétences requises :**

Master 2 Physique du solide / Matière condensée / Matériaux