

## Magnonique

**Contact :** Olivier KLEIN DRF//INAC/SPINTEC [olivier.klein@cea.fr](mailto:olivier.klein@cea.fr) 0438785802

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

### Résumé :

Le but du stage sera d'étudier de nouveaux dispositifs exploitant la propagation de pur courant de spin dans des isolants électriques. L'un des avantages attendus par rapport aux dispositifs électroniques usuels sont une réduction significative de la consommation énergétique grâce à l'absence d'effet Joule. On étudiera en particulier l'effet SWASER (ou spin-wave amplification by stimulated emission radiation), qui consiste à émettre spontanément des magnons en pompant continûment des spins à l'intérieur du matériau magnétique depuis l'interface. L'objet de ce stage est une étude fondamentale sur les couplages non-linéaire et la compétition entre modes propres de la dynamique de l'aimantation. On essaiera en particulier de minimiser ces effets en jouant sur la configuration magnétique et le confinement latéral des ondes de spin.

### Sujet détaillé :

La magnonique est un nouvel axe de recherche visant à exploiter le transport purement du spin dans les matériaux magnétiques. Les excitations élémentaires s'appellent ondes de spin progressives (représentation ondulatoire) ou magnons (représentation corpusculaire). Les avantages par rapport aux dispositifs électroniques usuels sont une réduction significative de la consommation énergétique grâce à l'absence d'effet Joule, ainsi que de nouvelles fonctionnalités tirant profit de la dualité onde-particule. Les matériaux magnétiques peuvent être ici des isolants électriques, sachant que les performances dynamiques de ces derniers sont bien meilleures que celles de leurs homologues métalliques. Parmi tous les isolants magnétiques, le grenat d'yttrium fer ( $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  ou YIG) occupe une place particulière pour avoir le facteur d'amortissement dynamique le plus faible connu dans la nature.

Cette thématique a eu un énorme essor depuis la découverte de l'effet Hall de spin, qui capitalise sur la déflexion de la trajectoire des électrons en fonction de l'orientation de leur spins. Ainsi un courant de charge ( $J_c$ ) circulant dans un métal normal à fort couplage spin-orbite tel que le platine (Pt) se transforme en un pur courant de spin ( $J_s$ ), se propageant dans la direction perpendiculaire et ceci avec une efficacité de conversion paramétrée par l'angle de Hall de spin (cf FIG1), et qui peut traverser l'interface métal/isolant. L'une des manifestations les plus spectaculaires de ce transfert de spin est l'effet SWASER (ou spin-wave amplification by stimulated emission radiation), qui consiste à émettre spontanément des magnons en pompant continûment des spins à l'intérieur du matériau magnétique depuis l'interface (FIG1). Quand la polarisation du courant de spin externe est colinéaire à l'aimantation, le transfert de spin compense les pertes magnétiques du matériau proportionnellement à son intensité. Lorsque cette compensation annule les pertes magnétique, alors l'aimantation se met spontanément à auto-osciller à sa fréquence propre (fréquence de Larmor) [1]. Dans ce stage on essaiera de comprendre le rôle de la compétition des modes quasi-dégénérés dans le régime autonome, avec pour objectif une augmentation de la puissance émise. Pour cela on utilisera des micro-structures en YIG qui seront nano-lithographiées à la PTA du CEA-Grenoble.

### Référence :

[1] M. Collet, et al. Nature Commun. 7, 10377 (2016).

Contact: [Olivier.klein@cea.fr](mailto:Olivier.klein@cea.fr)

### Compétences requises :



INSTITUT NANOSCIENCES  
ET CRYOGÉNIE

la recherche, ressource fondamentale  
research - a fundamental resource

MEM | PHELIQS | SBT | SPINTEC | SYMMES

[inac.cea.fr](http://inac.cea.fr)

M2 physique/électronique