



Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies

# Soutenance de thèse

Vendredi 14 juin 2019

13h30

Amphithéâtre de l'IPS2, bâtiment 630  
rue Noetzlin, 91192 Gif-sur-Yvette

Jérôme WILLIAME

## “ Oscillateurs nanomagnétiques soumis à une boucle de rétroaction à retard : Bruit, chaos et applications neuromorphiques ”

### Jury members :

Thibaut DEVOLDER	DR2	Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay	Directeur de thèse
Ursula EBELS	Ingénieur	Laboratoire Spintronique et Technologie des Composants (SPINTEC) CEA	Rapporteur
Mohamed BELMEGUENAI	Maître de Conférences	Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux Univ. Paris 13	Rapporteur
Arnaud BOURNEL	Professeur	Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay	Examineur
Felipe GARCIA-SANCHEZ	Chargé de Recherche	Universidad de Salamanca	Examineur
Damien RONTANI	Maître de Conférences	centrale supélec	Examineur
Joo- Von KIM	Chargé de Recherche	Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay	Invité

### Abstract :

Une boucle de rétroaction à retard a lieu lorsque la sortie d'un système est utilisée pour modifier le signal d'entrée de ce dernier. Ce phénomène apparaît dans des domaines aussi variés que la physique avec les amplificateurs, la biologie avec la régulation de l'insuline ou encore les sciences sociales. Les effets d'une boucle de rétroaction à retard sur un système électronique sont bien connus et ont donné lieu à de nombreuses applications : boucle à verrouillage de phase pour améliorer les propriétés stochastiques, boucle d'amplification ou de régulation, etc. Cependant ces effets ont été relativement peu étudiés dans le cadre des systèmes nano magnétiques.

Dans cette thèse nous avons appliqué une boucle de rétroaction à retard sur différents systèmes nano magnétiques avec un objectif distinct pour chaque système.

La première partie se consacre à un oscillateur à transfert de spin dont nous avons étudié les propriétés stochastiques et l'impact d'une boucle de rétroaction sur ces dernières. Cela nous a permis de réduire la largeur spectrale de l'oscillateur et met en évidence l'apparition de fréquences secondaires à larges retards. Dans la partie suivante nous étudions plus généralement l'impact de la rétroaction sur la dynamique d'un oscillateur à transfert de spin en l'absence de température et avec l'approximation que l'oscillateur présente une aimantation uniforme dans sa couche libre. La rétroaction induit une dynamique complexe ainsi que du chaos qui peut être utilisé pour générer des nombres aléatoires.

Finalement la dernière partie propose une architecture pour un oscillateur basé sur la déformation d'une paroi de domaine piégée dans un ruban magnétique où le courant injecté dans le ruban dépend de la déformation de la paroi au travers d'une boucle de rétroaction. Nous utilisons ensuite cet oscillateur comme réservoir dans un système neuromorphique appelé « Reservoir Computing » qui cherche à émuler le fonctionnement du cerveau humain pour réaliser des tâches gourmandes en ressources pour un ordinateur classique comme la prédiction de série temporelle ou la reconnaissance de nombre prononcés.

