

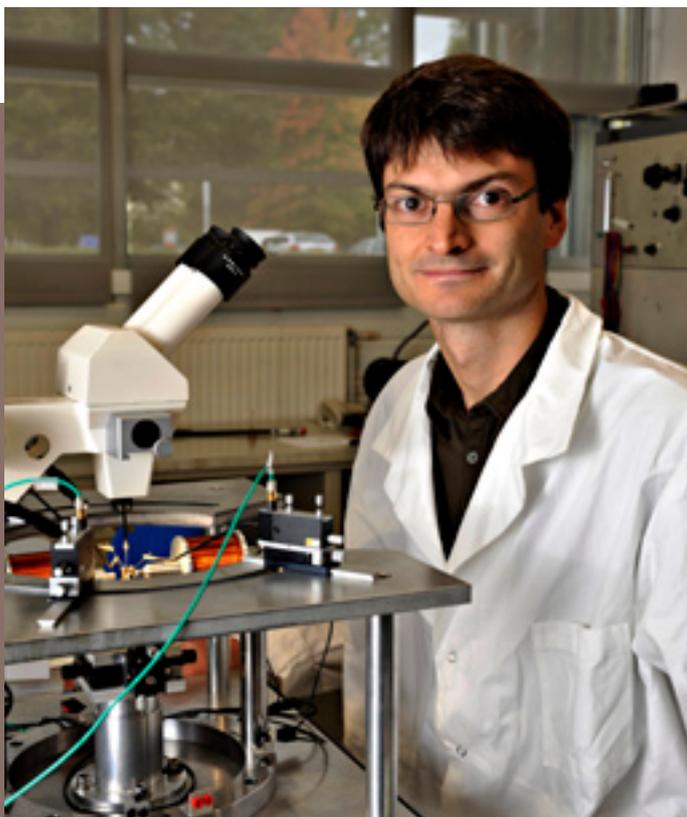
MATTHIEU BAILLEUL

ONDES DE SPIN ET EFFET DOPPLER

« Lorsque quelqu'un tape sur un tambour, les vibrations qui en émanent peuvent nous renseigner sur la nature, la forme ou la taille du tambour, même si on ne le voit pas. Pour les ondes magnétiques c'est la même chose, ou presque. » Presque, car Matthieu Bailleul, 33 ans, ne tape ni sur des tambours ni sur des matériaux magnétiques. Sa spécialité à lui, ce sont les ondes de spin. Lorsqu'on applique un champ magnétique à un aimant, la direction de son aimantation entame un mouvement de précession semblable à celui d'une toupie. Ce mouvement de précession se propage ensuite dans tout le matériau sous la forme d'une onde de spin.

« SI L'EFFET DOPPLER EST BIEN CONNU EN ACOUSTIQUE, C'ÉTAIT LA PREMIÈRE FOIS QU'ON LE METTAIT EN ÉVIDENCE DANS UN MÉTAL FERROMAGNÉTIQUE. »

Pour observer ces fameuses ondes de spin, et ainsi en déduire les caractéristiques du matériau, le jeune



© CNRS DR10. Photo Pascal DISDIER.

INSTITUT DE PHYSIQUE (INP)
INSTITUT DE PHYSIQUE ET CHIMIE DES MATÉRIAUX
DE STRASBOURG (IPCMS)
UNIVERSITÉ STRASBOURG 1 / CNRS
STRASBOURG
<http://www-ipcms.u-strasbg.fr>

chercheur utilise une approche originale au nom barbare, la spectroscopie d'ondes de spin propagatives. « En faisant passer un courant hyperfréquence à proximité d'un film ferromagnétique, on crée un champ magnétique qui entraîne lui-même une perturbation locale de l'aimantation. Cette perturbation se propage ensuite de proche en proche sous forme d'une onde de spin. C'est cette réponse à la perturbation que la spectroscopie d'ondes de spin propagatives permet d'enregistrer. »

Des enregistrements si précis que Matthieu Bailleul est parvenu en 2008 à mettre en évidence un décalage Doppler des ondes de spin induit par un courant électrique. « Dans les métaux ferromagnétiques comme le fer, le cobalt ou le nickel, ce sont les mêmes électrons qui conduisent le courant et qui portent le magnétisme. Ils portent donc à la fois des ondes électriques et des ondes de spin. Mais les ondes de spin se propagent dans le même sens que le flux d'électrons ont une fréquence plus élevée que celles qui vont dans le sens inverse. » Ce décalage de fréquence, c'est l'effet Doppler, celui-là même qui explique pourquoi une onde sonore émise par une source en mouvement, comme la sirène d'une ambulance, semble plus aiguë quand la source s'approche et plus grave quand elle s'éloigne. L'onde sonore est tassée dans le sens du mouvement, sa fréquence est alors plus élevée, alors qu'elle est étirée lorsqu'elle se propage dans le sens opposé. « Si l'effet Doppler est bien connu en acoustique, c'était la première fois qu'on le mettait en évidence dans un métal ferromagnétique. »

« Ce qui m'intéresse, c'est de contribuer à résoudre les vieux problèmes de la physique. » Une passion née à l'adolescence et confirmée ensuite par ses choix d'orientation. « À l'École polytechnique, j'avais déjà la ferme intention de faire de la physique, j'avais choisi toutes les options qui s'y rapportaient. » Suivront un DEA de physique quantique puis une thèse au Commissariat à l'énergie atomique de Saclay. C'est durant celle-ci que Matthieu commence à travailler sur le magnétisme.

Un travail qu'il poursuivra à son arrivée au CNRS en 2003. Et même si sa recherche est purement fondamentale, « les informations qui en découlent sont très instructives pour ceux qui travaillent au stockage de l'information sur des supports magnétiques ». Si bien que ses travaux sont suivis avec intérêt par les grands industriels de la micro-électronique.