

Étudier un système à travers ses fluctuations spontanées: application à la physique du spin dans les semiconducteurs

C. Abbas¹

¹ Laboratoire Charles Coulomb, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France, chahine.abbas@umontpellier.fr

Mots clés — Physique quantique, Spectroscopie, Bruit, Spin.

Résumé :

En physique, la mesure continue d'une grandeur est souvent entachée de fluctuations. Même quand cette grandeur varie, un *bruit* s'ajoute à la mesure de sa variation. Quel expérimentateur n'a pas passé des heures à peaufiner son montage pour améliorer le rapport signal sur bruit ? Combien d'astuces de traitement de signal sont nécessaires pour extraire de l'information d'une série de mesures ?

Pourtant le bruit n'est pas forcément source de désagrément. Bien au contraire, il peut être un atout pour l'expérimentateur averti. Le théorème de fluctuation-dissipation garantit en effet que toute l'information sur la dynamique d'un système - c'est à dire sur sa façon de revenir à l'équilibre après avoir été perturbé - est contenue dans ses fluctuations spontanées.

Cette idée a été appliquée à de nombreux systèmes physiques différents, permettant d'étudier leur dynamique sans les sortir de leur état d'équilibre [1]. On peut par exemple mesurer la résistance électrique d'un dipôle sans lui imposer de courant ou bien déterminer la raideur d'un ressort sans tirer dessus.

D'autres systèmes peuvent profiter de cette approche. Les porteurs de spin dans les semi-conducteurs par exemple sont à l'origine de fluctuations d'aimantation dont le spectre contient beaucoup d'information sur leur dynamique. Ces systèmes étant de sérieux candidats pour devenir des *q-bits*, il est crucial de comprendre leur relaxation qui reste le principal verrou technologique retardant la suprématie quantique. La *spectroscopie de bruit de spin* sonde optiquement ces fluctuations d'aimantation et s'est récemment imposée comme l'outil idéal pour comprendre la relaxation de ces systèmes à l'équilibre [2].

Dans cet exposé, j'expliquerai en quoi le bruit est un outil formidable pour le physicien. Je présenterai brièvement les porteurs de spin dans les semi-conducteurs et comment on peut sonder leur bruit. Enfin je préciserai les informations fournies par la *spectroscopie de bruit de spin* en mettant l'accent sur les informations spatiales auxquelles nous avons récemment eu accès en utilisant un setup innovant [3].

Références

- [1] HB. Callen and TA. Welton, *Irreversibility and generalized noise*, Physical Review, Vol. 83 p.34, 1951.
- [2] M. Oestreich et al., *Spin noise spectroscopy in GaAs*, Physical review letters, Vol. 95 216609, 2005.
- [3] S. Cronenberger et al., *Spatiotemporal spin noise spectroscopy*, Physical review letters, in press, 2019.