

Thèse de Doctorat de l'Université Rennes I / Physique de la Matière

François Narbonneau

15 Octobre 2007 (14h30) – Salle du Conseil / Observatoire de Paris

**Dissémination ultra-stable d'étalons de fréquence
par fibre optique du réseau télécom métropolitain**

Pour des applications liées à la métrologie Temps-Fréquence comme pour des mesures de physique fondamentale, l'utilisation d'oscillateurs bas bruit et de haute stabilité est essentielle. La mise en œuvre et le coût d'exploitation de tels oscillateurs sont tels qu'ils restent inaccessibles pour la plupart des utilisateurs, ce qui freine la réalisation d'expériences de très haute résolution. Actuellement les comparaisons d'horloges à distance sont effectuées soit par GPS, soit par satellite de télécommunications. Les comparaisons sont limitées en stabilité relative à quelques 10^{-15} pour un jour de mesure, donc insuffisantes pour les performances ultimes des étalons atomiques micro-ondes et a fortiori pour les horloges optiques. Profitant de la redondance du réseau fibré de télécommunication métropolitain, nous avons développé un dispositif de dissémination de références de fréquence par fibres optiques, en collaboration avec le Laboratoire de Physique des Lasers (LPL Institut Galilée / Université Paris 13). Ce dispositif est complété par un système actif électronique permettant la compensation des fluctuations de phase ajoutées lors du transfert sur fibre (vibrations mécaniques, fluctuations thermiques, effets non-linéaires dans la fibre ...). Ainsi, nous avons démontré la possibilité de transférer un signal de référence à 1 GHz, par modulation d'amplitude d'une porteuse optique à 1.55 μm , avec des instabilités relatives de fréquence de l'ordre de 2 à 3×10^{-15} pour une seconde de temps d'intégration et quelques 10^{-18} sur la journée, sur une distance de 86 km (quelques 10^{-14} t-1 sur environ 200 km). Il est alors possible de comparer des fontaines atomiques de performances égales à celles du SYRTE sur quelques centaines de kilomètres. Une nouvelle méthode, « tout optique », en cours d'étude, a pour but de transférer directement une référence optique sur des distances pouvant aller jusqu'à 1000 km dans la perspective de comparer des horloges optiques et de constituer un réseau fibré européen.