

Proposition de thèse pour la période 2009 – 2012

Observatoire de Paris, LNE-SYRTE
77, avenue Denfert Rochereau
75014 PARIS

Contact : Joseph ACHKAR (Tel : 01 40 51 22 16, joseph.achkar@obspm.fr)

« Etude et développement de la méthode phase du TWSTFT pour des comparaisons hautes performances d'horloges atomiques distantes ».

POSITIONNEMENT DU LABORATOIRE :

Le LNE-SYRTE à l'Observatoire de Paris est un Laboratoire du SYRTE (Systèmes de Référence Temps-Espace, UMR 8630 du CNRS). Le LNE-SYRTE en tant que Laboratoire national de métrologie (LNM) est chargé par le LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais) des activités de métrologie liées au domaine du temps, des fréquences et des capteurs inertiels.

Ainsi, son rôle est de réaliser et d'améliorer les unités de temps et de fréquences (fontaines atomiques, horloges optiques,...), d'établir les échelles de temps nationales (dont le temps légal français UTC(OP)) et de les disséminer (horloge parlante, liens satellitaires micro-ondes,...), de participer à l'élaboration des échelles de temps internationales par le BIPM (Bureau international des poids et mesures),.... Par ailleurs, il participe également à des projets menés par des institutions et des industriels nécessitant des compétences en métrologie du temps et des fréquences (système européen de radionavigation par satellites GALILEO,...).

SUJET :

Les comparaisons d'horloges à distance et la réalisation de l'échelle scientifique de temps internationale TAI (Temps Atomique International) de laquelle dérive le Temps Universel Coordonné UTC, base du temps légal dans de nombreux pays (dont en France), repose sur l'emploi de moyens de comparaison performants (GPS code C/A, GPS code P3, TWSTFT). Aujourd'hui, le plus performant est la méthode code du TWSTFT (*Two-Way Satellite Time and frequency Transfer*) qui repose sur l'échange de signaux horaires codés entre deux stations terrestres éloignées et contenant des horloges atomiques, au moyen d'un lien micro-onde en bande Ku avec un satellite géostationnaire de télécommunication. Toutefois, les comparaisons à distance des horloges atomiques de type fontaine (dont les meilleures performances en terme de stabilité de fréquence sont proches de $10^{-14}t^{-1/2}$ où t est le temps de mesure en seconde) sont limitées par le bruit des moyens de comparaison. En effet, la méthode code du TWSTFT présente aujourd'hui une stabilité de fréquence de l'ordre de $1 \cdot 10^{-15}$ à 1 jour, ce qui est insuffisant, tout particulièrement pour les comparaisons de la future génération d'horloges atomiques dans le domaine optique en développement dans plusieurs laboratoires internationaux (France, Allemagne, Etats-Unis, Japon,...).

L'objectif de cette thèse est de répondre à ces besoins de performance en développant une méthode supplémentaire à la méthode TWSTFT actuelle, afin de permettre la comparaison d'horloges atomiques distantes avec une stabilité de fréquence de l'ordre de $2 \cdot 10^{-16}$ à 1 jour.

Ainsi, les travaux porteront tout d'abord sur l'étude et le développement de la théorie autour de la méthode phase du TWSTFT offrant des mesures supplémentaires dites mesures de *ranging* (aller-retour). Dans cette étape, il s'agira tout d'abord d'établir la matrice d'équations et toutes ses variantes décrivant cette technique, de déterminer l'influence des différents paramètres, de déterminer la meilleure méthode de résolution de ces systèmes d'équations pour enfin mettre en œuvre un logiciel de résolution robuste. Une fois cette étape atteinte, il s'agira dans un premier temps de développer la partie logicielle dédiée à l'acquisition et au traitement des données correspondantes aux signaux horaires retransmis par le satellite. Dans un second temps les mesures seront réalisées pour valider cette méthode et donner ses performances en terme de stabilité de fréquence.

PROFIL RECHERCHE :

Master/Ingénieur en traitement du signal et méthodes de calculs statistiques. Une maîtrise des logiciels de programmation d'instruments et de calculs ainsi qu'une bonne connaissance de l'anglais technique sont indispensables.

FINANCEMENT :

Bourse de 3 ans financée par le LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais).

BIBLIOGRAPHIE : Pour plus d'information concernant la technique TWSTFT employée au LNE-SYRTE, consulter le lien suivant :

http://www.metrologiefrancaise.fr/publications/revue_francaise_metrologie/2006-02/P9-24-RFM6-horloges-atomiques.pdf