

## Proposition de stage recherche en laboratoire 2016-2017

**Titre :** Régression angulaire-angulaire appliquée à l'estimation de l'état de mer par réflectométrie GNSS

### Description du sujet :

Le domaine de recherche de ce stage portera sur l'application de la fusion d'informations aux traitements des signaux multidimensionnels dans les systèmes de navigation par satellites. Le thème de recherche que nous développons dans ce cadre porte sur la réflectométrie des signaux GNSS (figure 1). De récents développements ont montré que l'étude des signaux en provenance des satellites et réfléchis par la surface terrestre permet d'obtenir des informations sur la surface de réflexion. L'utilisation des signaux GNSS à ce titre a plusieurs avantages. Ce sont des signaux d'une grande stabilité et précision, synchronisés par une horloge atomique embarquée dans les satellites. La bande L de fréquence, dans laquelle sont transmis les signaux, permet une pénétration d'une dizaine de centimètres dans le sol. Enfin, les mesures de positions et distances avec les signaux GNSS sont réalisées dans un unique repère terrestre global.

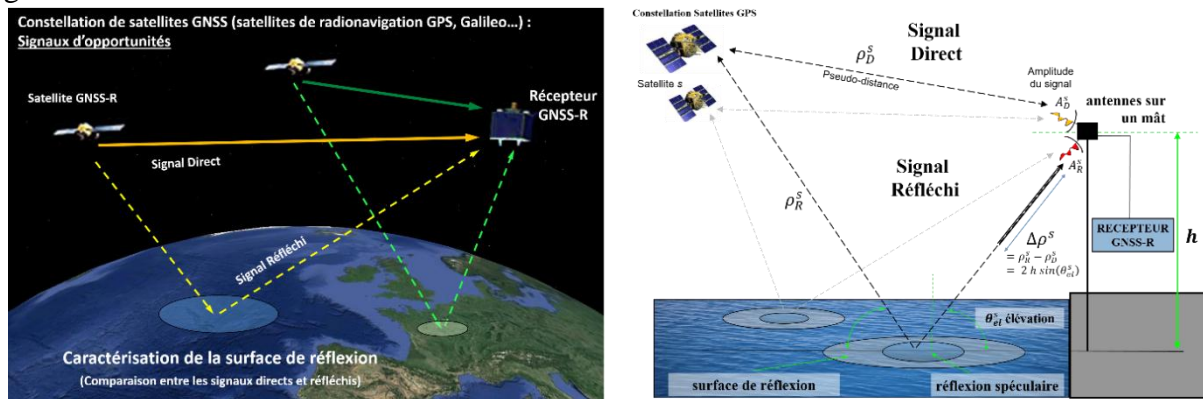


Figure 1 : Réflectométrie des signaux GNSS et altimétrie au sol

Ce travail sera appliqué à l'altimétrie et à l'étude de l'état de mer par réflectométrie des signaux GNSS. Dans l'approche utilisée, l'observable consiste en la différence de phase entre le signal GNSS arrivant directement au système de réception et le signal GNSS arrivant après réflexion sur la surface étudiée. Cet observable est un angle, et évolue périodiquement en fonction des paramètres d'état de mer à estimer. Les méthodes de traitement de signal à développer et appliquer seront donc des techniques de régression angulaire-angulaire. De telles techniques se basent sur l'analyse du signal de mesure de phase en série de Fourier. Il sera en particulier nécessaire d'estimer l'ordre du développement en série de Fourier à utiliser et d'estimer les paramètres de la série pour déterminer conjointement les paramètres recherchés de hauteur d'eau et d'état de mer (amplitude et vitesse de vagues). Les travaux développés durant ce stage porteront d'abord sur des signaux GPS réels enregistrés depuis des antennes en position statique, proches du sol (figure 2). A terme, l'objectif de l'instrument

développé sera de pouvoir traiter des mesures effectuées en dynamique depuis un drone, pour une meilleure couverture des zones étudiées. Ce travail de recherche s'inscrit dans les activités scientifiques du Groupement d'Intérêt Scientifique Campus de la Mer.

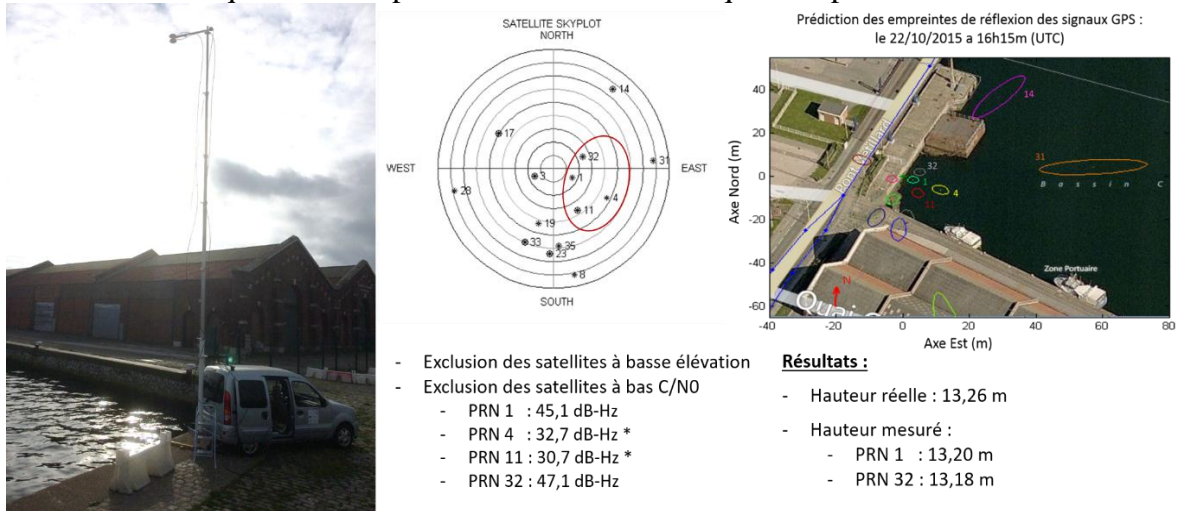


Figure 2 : Exemple de mesures d'altitude obtenues par réflectométrie GNSS au LISIC (Bassin Carnot, Calais)

**Encadrant :** Georges Stienne

**email :** stienne@lisic.univ-littoral.fr