

# RESEARCH ACTIVITIES IN PRECISE POSITIONING AT LAVAL UNIVERSITY

Rock Santerre, Marc Cocard, Stéphanie Bourgon, Omid Kamali, Valérie Kirouac  
Philippe Lamothe, Daniel Macias-Valadez and Yann Prat  
Département des sciences géomatiques, Université Laval, Québec

*This review paper summarises the recent, on-going, and future research activities in precise positioning at Laval University. The projects undertaken by the GPS and Geodesy Research Group are presented following three main research topics. The first one deals with the use of precise positioning for deformation monitoring of engineering structures. The study of ice forces on dams using a robotic total station and the improvement of GPS height determination using multiple GPS antennas linked to a single receiver with calibrated fiber optics are presented. A second topic of research is the crustal deformation of the Charlevoix seismic zone in Quebec. This study uses GPS and levelling techniques and involves an investigation of the temporal stability of the GPS permanent stations available in the surrounding area. Finally, research on single GPS receiver positioning techniques is presented, namely, Precise Point Positioning (PPP) and Time Relative Positioning (TRP).*

*Cet article récapitule les activités de recherche récentes, actuelles et futures dans le positionnement de haute précision réalisées à l'Université Laval. Les projets entrepris par le groupe de recherche en GPS et géodésie sont présentés selon trois thèmes de recherche principaux. La première thématique concerne l'utilisation du positionnement précis pour le contrôle des déformations de structures d'ingénierie. Dans ce contexte, on présente une étude sur les forces exercées par les glaces sur les barrages utilisant des mesures effectuées avec une station totale robotisée ainsi qu'une méthode pour améliorer la détermination de l'altitude par positionnement GPS en utilisant de multiples antennes reliées à un seul récepteur à l'aide de câbles en fibre optique dont les délais de propagation sont calibrés. Un deuxième thème de recherche porte sur la déformation de la croûte terrestre dans la zone séismique de Charlevoix au Québec. Cette étude utilise le GPS et le nivellement de précision et comporte une analyse de la stabilité temporelle des stations GPS permanentes disponibles dans la région. Finalement, deux recherches sur les techniques de positionnement avec un seul récepteur GPS sont présentées, soit le positionnement ponctuel précis (PPP) et le positionnement relatif temporel (PRT).*

## 1. Introduction: Research Activities in Precise Positioning

Over the last decades, geodesy has undergone major developments. The advent of space borne techniques has revolutionized positioning. By exploiting the phase measurements of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in a differential mode, geodesists were able to push the accuracy of relative positioning down to several millimetres even on baselines of over 1000 km. Also traditional instruments have evolved, leading to the development of reflectorless distance meter and of automatic targeting total stations. Inertial navigation systems (INS) become more miniaturized and cheaper thanks to the MEMS technology. They all contribute to improve the performance of precise positioning and to broaden their applications. This review paper summarises the recent, on-going, and

future research activities in precise positioning at Laval University. They range from local through regional to global applications.

At a local scale, the deformation monitoring of engineering structures can be performed with precise positioning. A methodology using a robotic total station to measure the displacement of the ice sheet of a reservoir dam, and hence to better understand ice forces on dams, is presented in Section 2. A new hardware design is also described in this section, one using a multi-antenna configuration with integrated self-calibration in order to improve the GPS vertical performance for continuous monitoring.

At a regional scale, precise positioning has demonstrated its potential for measuring the defor-