

LE DÉMONSTRATEUR CNES PPP-WIZARD

CNIG – GT GNSS ET POSITIONNEMENT

22/03/2022

Denis Laurichesse – Clément Gazzino

clement.gazzino@cnes.fr



HISTORIQUE DU PROJET

Motivation et historique du projet

- 2007: Mise au point au CNES d'une méthode originale de traitement GNSS: « Ambiguïtés entières de phase » en mode « Zero-difference ».

[Mercier, F., & Laurichesse, D. (2008, April). Zero-difference ambiguity blocking properties of satellite/receiver widelane biases. In Proceedings of European Navigation Conference, Toulouse, France (Vol. 2325)]

[Laurichesse, D., Mercier, F., Berthias, J. P., Broca, P., & Cerri, L. (2009). Integer ambiguity resolution on undifferenced GPS phase measurements and its application to PPP and satellite precise orbit determination. Navigation, 56(2), 135-149]

Gain d'un ordre de grandeur sur la précision de positionnement

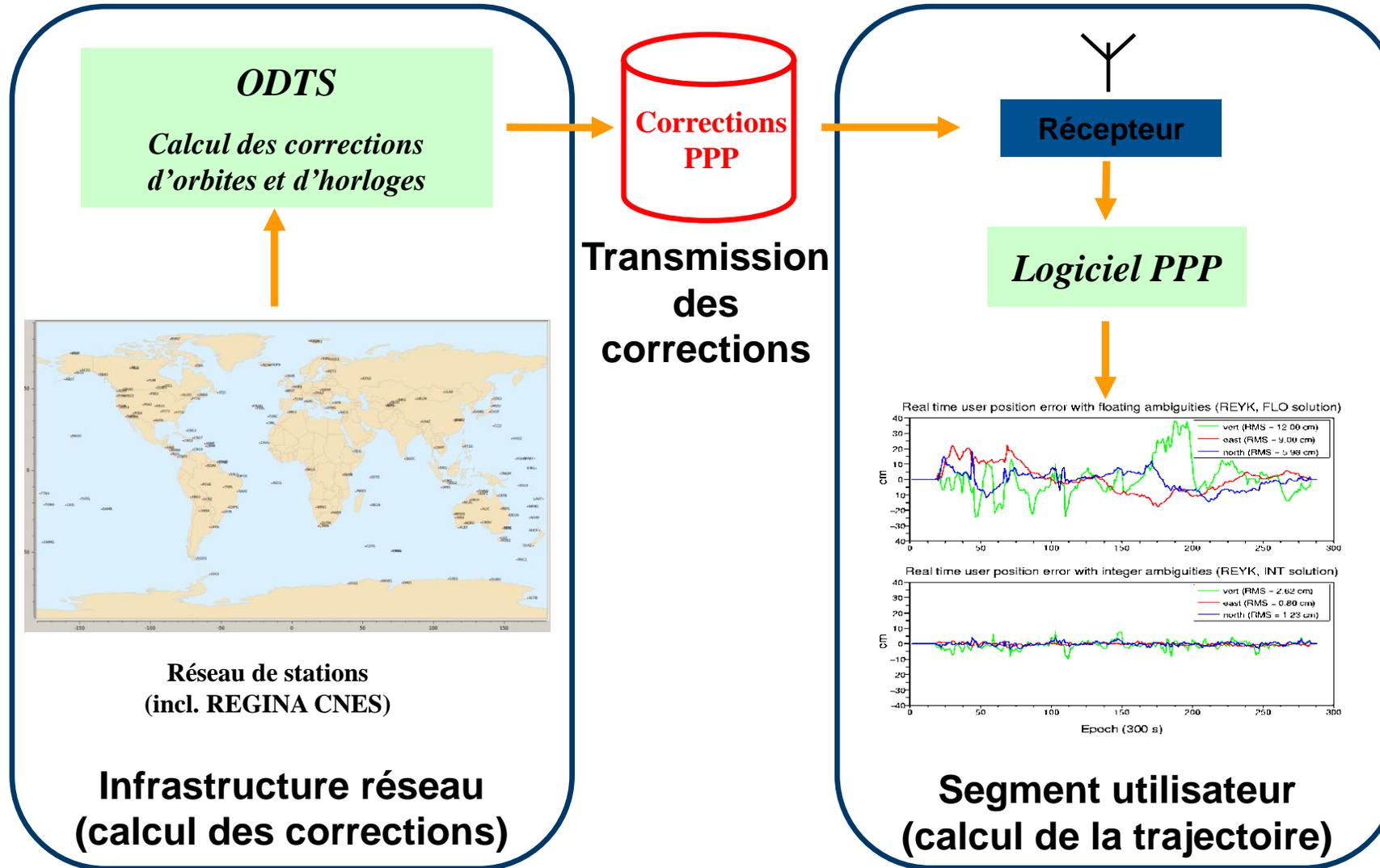
Objectif de précision: le centimètre en temps-réel

- 2010 : Décision de développer un démonstrateur de la méthode PPP-WIZARD (PPP With Zero-difference and Ambiguity Resolution Demonstrator) :
 - Objectif scientifique
 - Cadre de travail IGS (International GNSS Service), membre du RTWG (Real Time Working Group)
 - Partenariat avec l'IGN

Nombreuses publications, prix internationaux, dépôt de plusieurs brevets

Nouvelle discipline GNSS: le PPP: « positionnement ponctuel précis »

Architecture PPP du démonstrateur temps-réel



Adaptation en multi-fréquences

❖ En bi fréquence

- La combinaison de Melbourne-Wübbena (MW) est unique
- Il suffit de transmettre le biais de phase de la combinaison MW et une horloge de phase constituée de l'horloge de code et le biais de phase N1

❖ En multi-fréquence

- Il y a plusieurs combinaisons MW possibles
- Pour utiliser les biais de phase calculés, il faut transmettre à l'utilisateur les biais et l'information de la combinaison MW utilisée

❖ Solution

- On remonte aux biais de phase individuels (convention RTCM)
- Une fois les biais appliqués, la propriété entière est conservée quelles que soient les combinaisons
- L'utilisateur n'a pas besoin de connaître la technique ou les combinaisons utilisées pour le calcul des biais

[Laurichesse, D. (2012, March). Phase biases estimation for integer ambiguity resolution. In PPP-RTK & open standards Symposium]

Calcul des corrections PPP

❖ Produits calculés

- Orbites
- Horloges
- Biais de code
- Biais de phase
- Ionosphère

❖ Caractéristiques

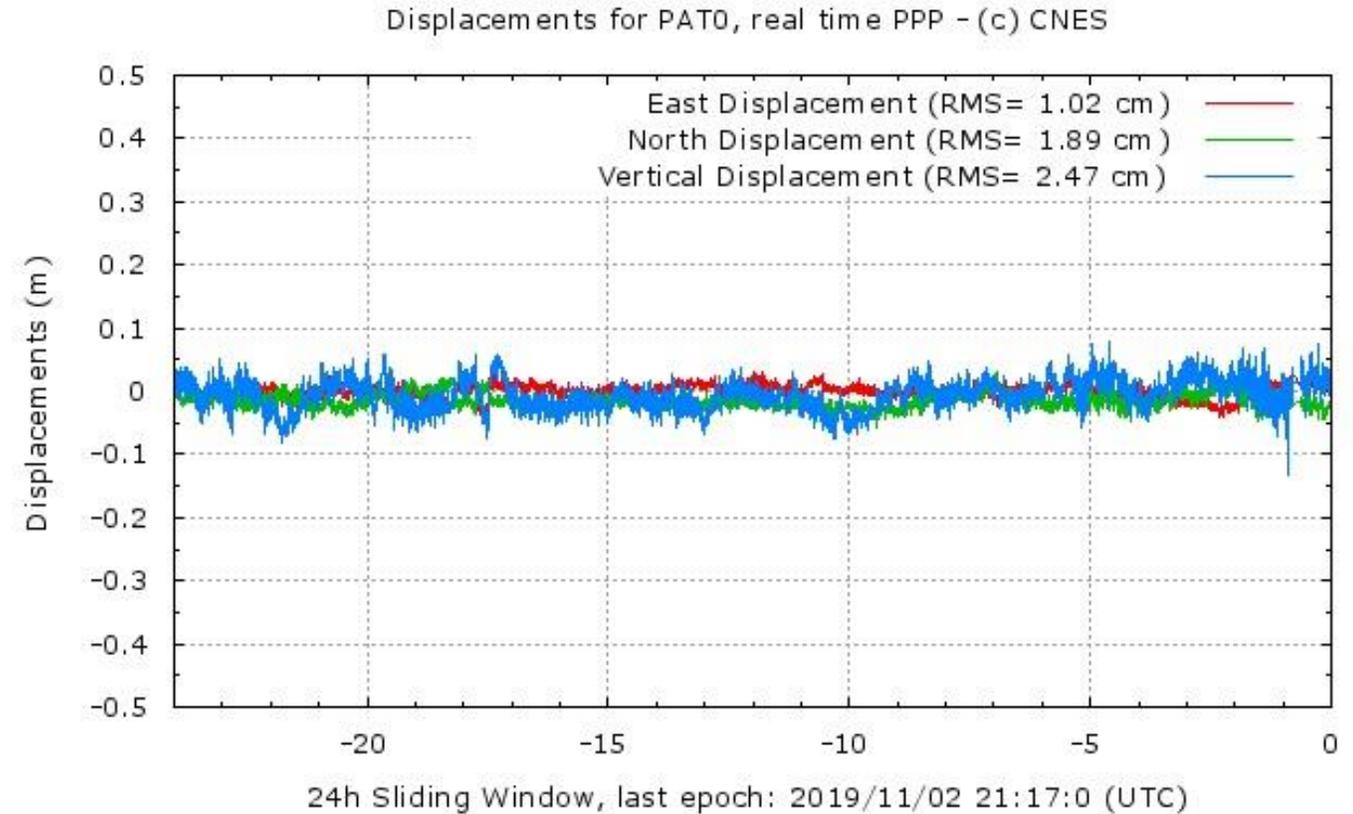
- Résolution d'ambiguïtés entières de phase
- Constellations: GPS, Glonass, Galileo, Beidou
- 1 message / 5 secondes

Plus de 1000 milliards de mesures GNSS traitées depuis 2011

Logiciel PPP récepteur

❖ Calcul du point utilisateur en temps réel

- Code C embarqué
- Traitement code/phase/Doppler
- GPS, Glonass, Galileo, Beidou
- Utilisation des corrections PPP
- Résolution d'ambiguïtés entières de phase
- Cadence 10 Hz

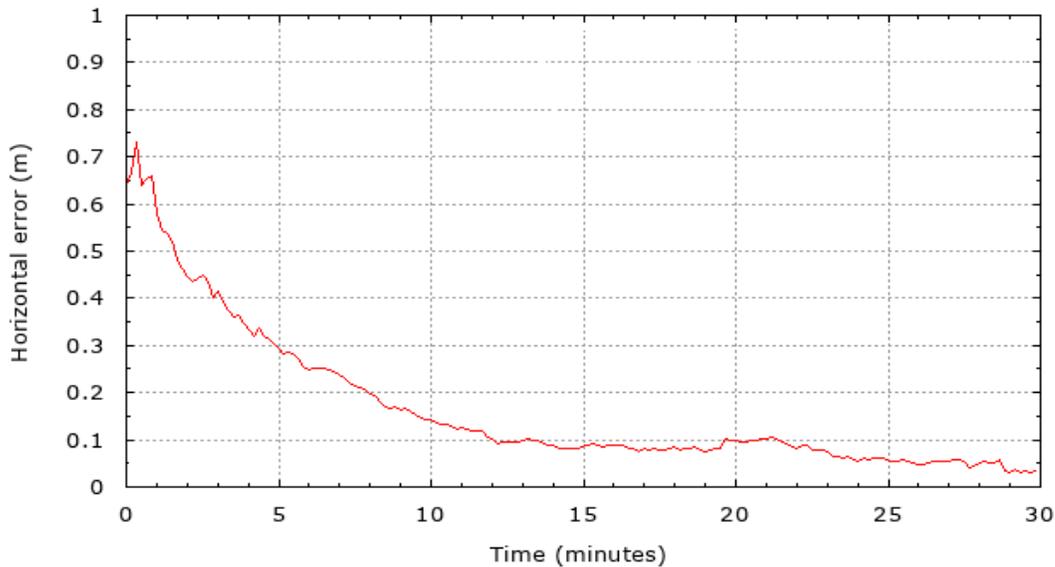


Convergence instantanée

- Le PPP, dans sa configuration 'legacy' (bi-fréquence GPS, Glonass), souffre d'un défaut majeur : le temps de convergence d'environ 30 minutes
- Travaux en collaboration avec le Nrcan sur l'utilisation des nouvelles constellations et des nouveaux signaux (en particulier E6 Galileo), pour accélérer les temps de convergence
- Découverte en 2018 d'une nouvelle technique permettant de réduire à 0 les temps de convergence
 - Permet de calculer un point de précision 10 cm instantanément et de précision 1 cm en quelques secondes

[Laurichesse, D., & Banville, S. (2018). Innovation: Instantaneous centimeter-level multi-frequency precise point positioning. *GPS World*, 4]

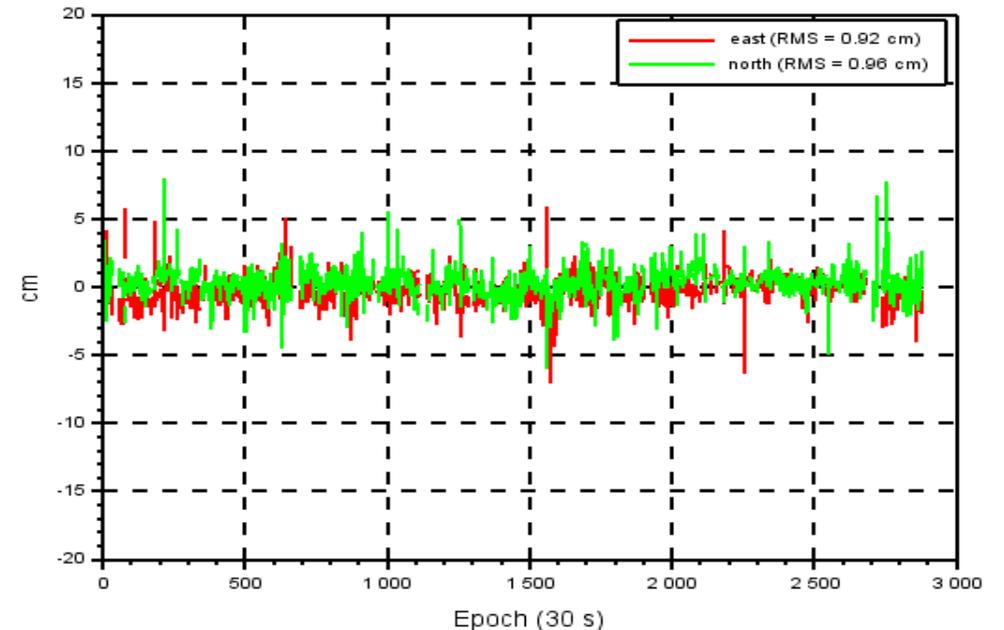
Convergence for GAMG, real time PPP - (c) CNES



Ancienne technique



PPP SNAPSHOT position error (TID1)

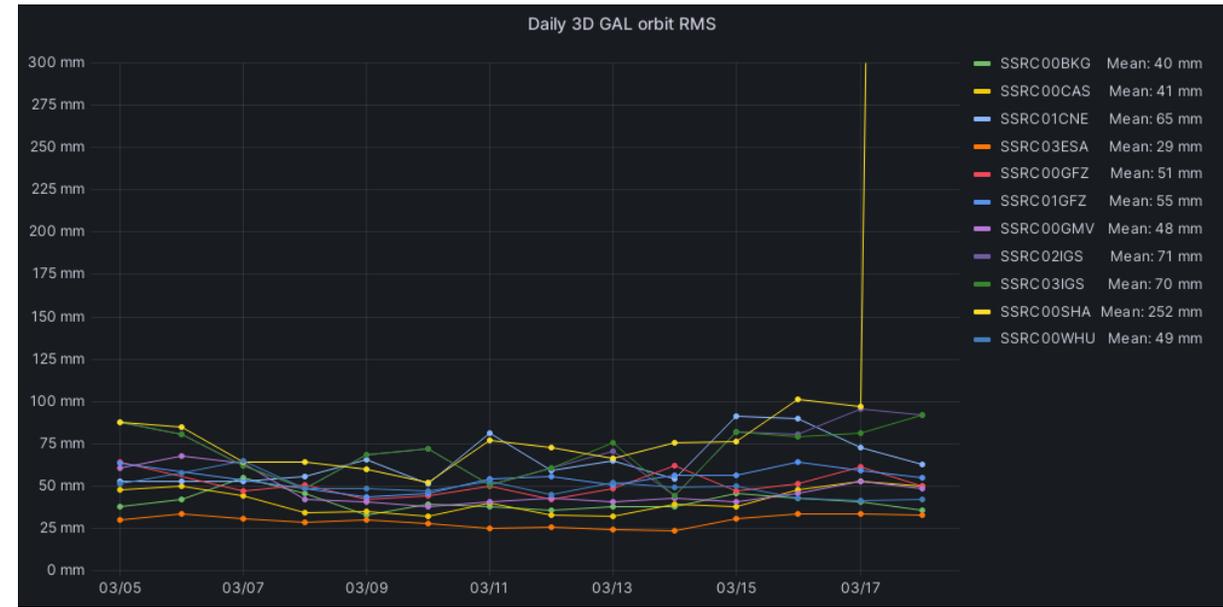
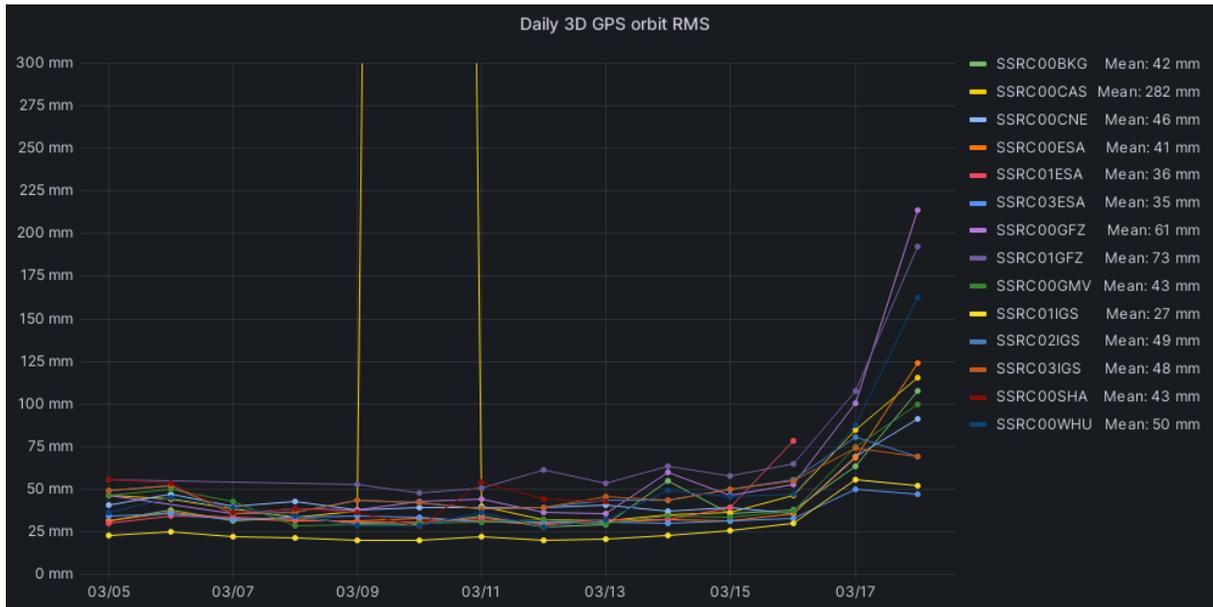


Nouvelle technique

Diffusion des corrections

❖ Participation à l'IGS

- Le CNES participe au Real Time Working Group et est centre d'analyse
- Diffusion des corrections en temps réel aux points de montage : SSRA00CNE0, SSRA00CNE1, SSRC00CNE0, SSRC00CNE1



Surveillance et accès aux produits

- Un site web a été mis en place pour surveiller les corrections et mettre des produits à disposition pour des usages scientifiques seulement : www.ppp-wizard.net



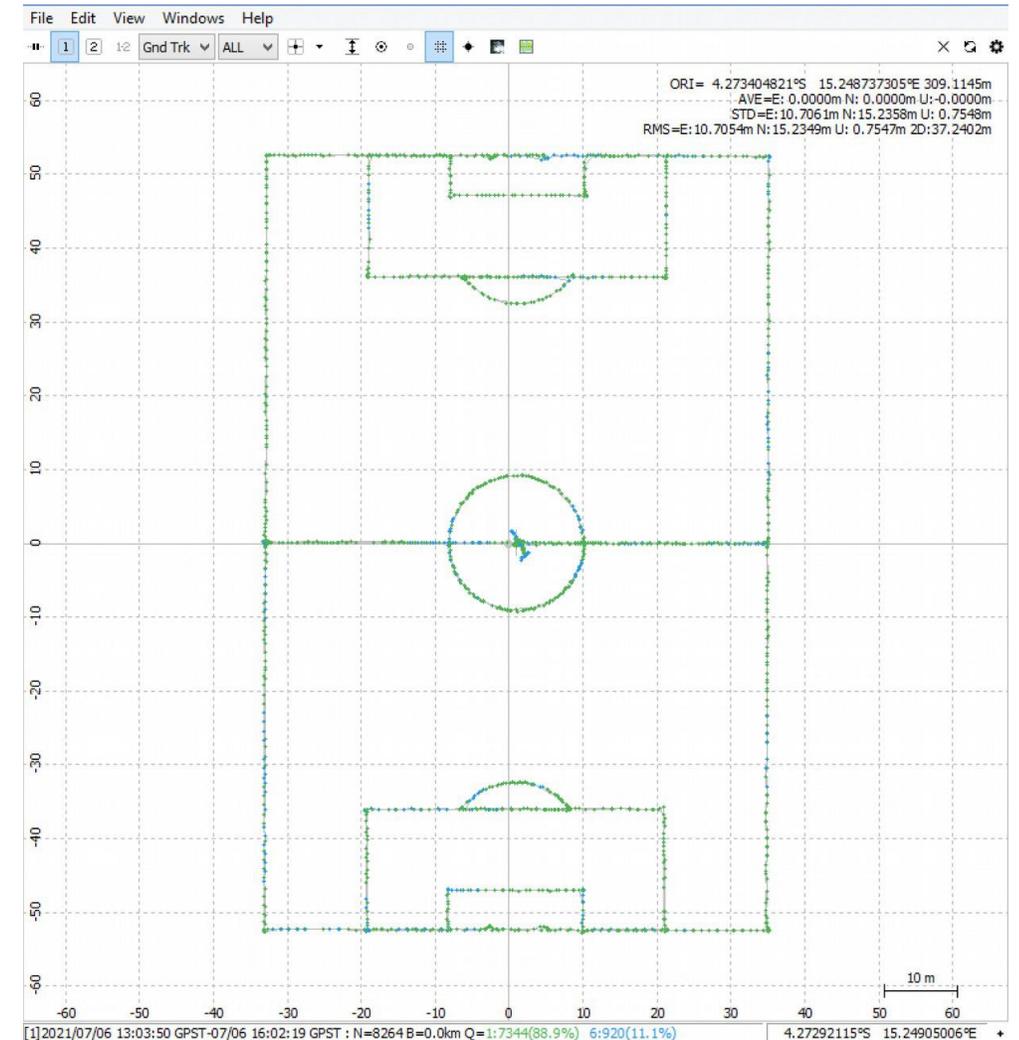
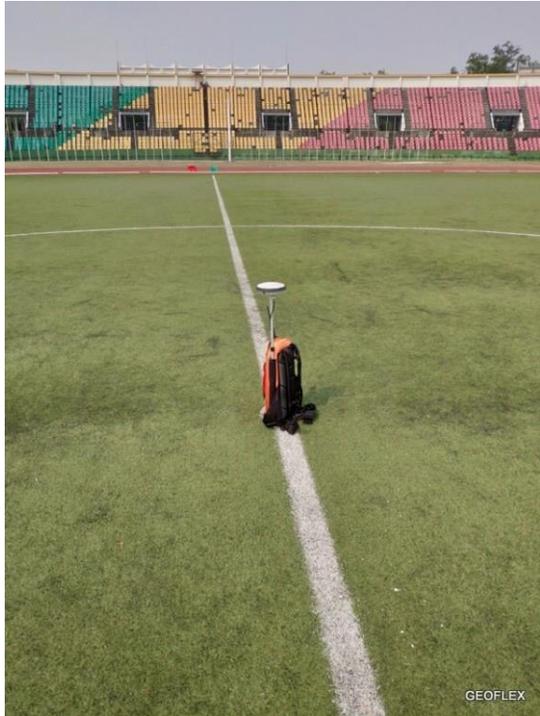
- Les produits temps réel générés par le serveur sont consolidés chaque jour sous la forme de fichiers sp3, clk et bia
- Des produits post-traités sont générés. Ils sont plus précis car les orbites et horloges utilisées a priori sont plus précises. Les fichiers bia contiennent les biais de code et de phase, et un fichier obx (pour les quaternions d'attitude des satellites) est ajouté.



QUELQUES ACTIVITÉS RÉCENTES

Compression des corrections

- ❖ En 2021: expérimentation dynamique en bande L5 (250 bits/sec, facteur 20) du signal SBAS GEO
 - Démonstration de l'expérimentation SBAS/PPP en Afrique
 - Reconstruction des lignes du stade de Brazzaville
 - 5 cm de précision de positionnement





OUTIL DE POSITIONNEMENT EN LIGNE

Outil de positionnement précis en ligne (service dans le ‘cloud’)

❖ Principe de fonctionnement

- L'utilisateur collecte des mesures sur une trajectoire avec son récepteur au format Rinex
- Il envoie le fichier au service (2 options principales : trajectoire statique ou dynamique)
- Le service calcule et renvoie la trajectoire au format NMEA, ainsi qu'un rapport de résultats

❖ Service identique à celui proposé par de nombreux organismes

- CRS-PPP NRCan, (Canada, service de référence, plus de 2500 requêtes/jour)
- IGN (France)
- APPS, JPL (U.S.A.)
- AUSPOS (Australie)
- GAPS (Canada)
- Magic-ppp (Espagne)

Page d'accueil



PPP-Wizard Project	SSR Computation	Network/PPP Monitoring	Snapshot PPP	Daily Products	Positioning service	Links Contacts	News
-----------------------	--------------------	---------------------------	-----------------	-------------------	------------------------	-------------------	------

Positioning service

This service computes a precise positioning trajectory from a GNSS measurements file provided by the user. Its main goal is to promote the different techniques proposed in the PPP-Wizard demonstrator (undifferenced ambiguity resolution, daily phase products, user implementation, snapshot PPP, etc).

Important note before submitting a request:

The SSR products needed to process a certain day are only available starting from the next day.

Service product history starts in early 2020, therefore only measurements after this date can be processed.

Measurements must be dual or multi frequencies, synchronized to GPS time, with a multiple of 0.1s.

Upload RINEX file, maximum 50MB (.rx, .crx, .??o, .??d, .gz, .z, .zip): Aucun fichier choisi

Email address to receive results (outlook addresses cannot be accepted at this time):

Select the processing mode: Static Kinematic

Select the type of NMEA results (for kinematic mode): Only PPP Only PVT Mixed PPP and PVT (selection based on protection levels)

PVT: phase ambiguities reinitialized at each epoch

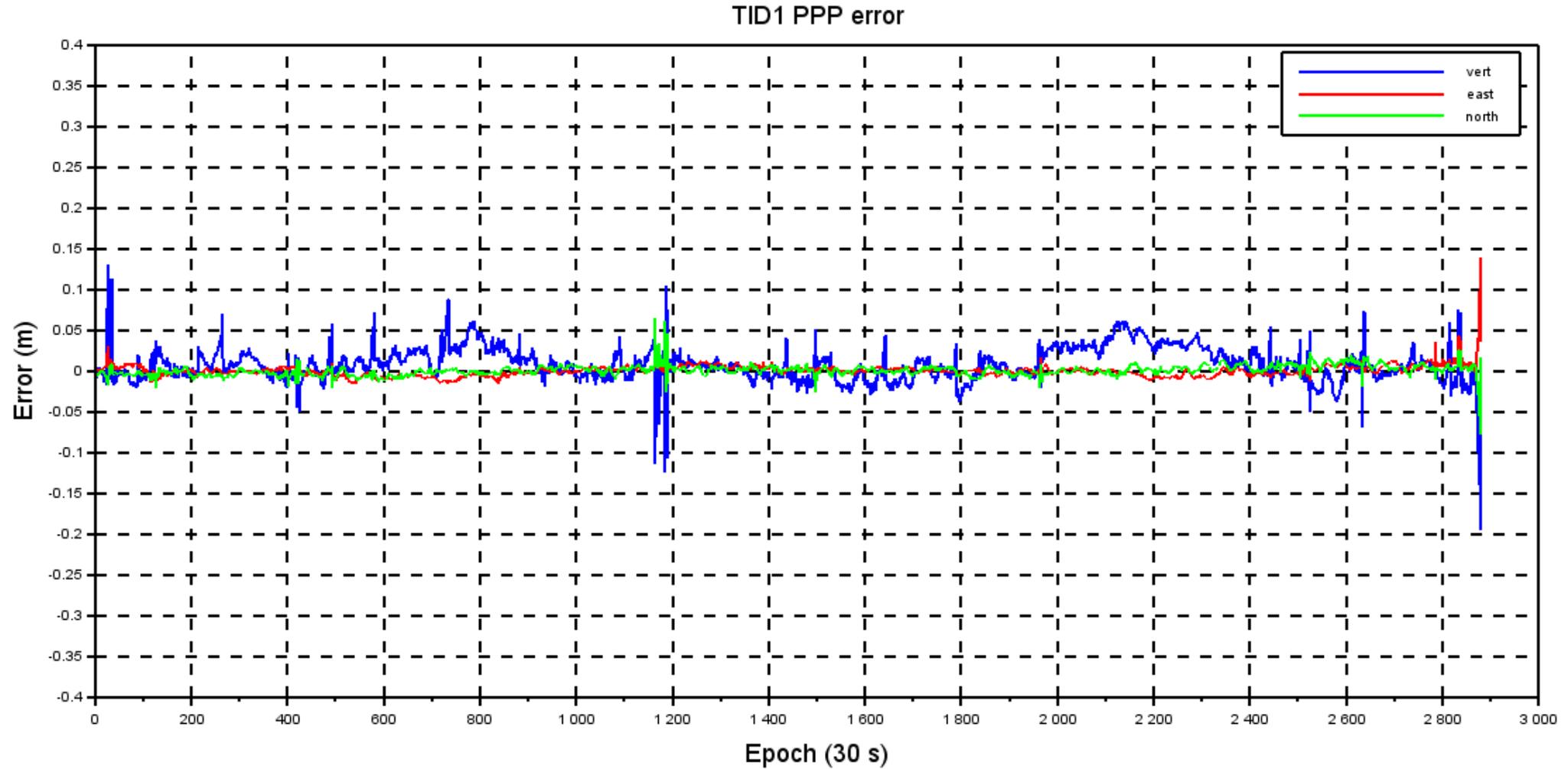
PPP: phase ambiguities not reinitialized at each epoch

I acknowledge that the results of this service are subject to the ETALAB license ([french version](#)), ([english version](#))

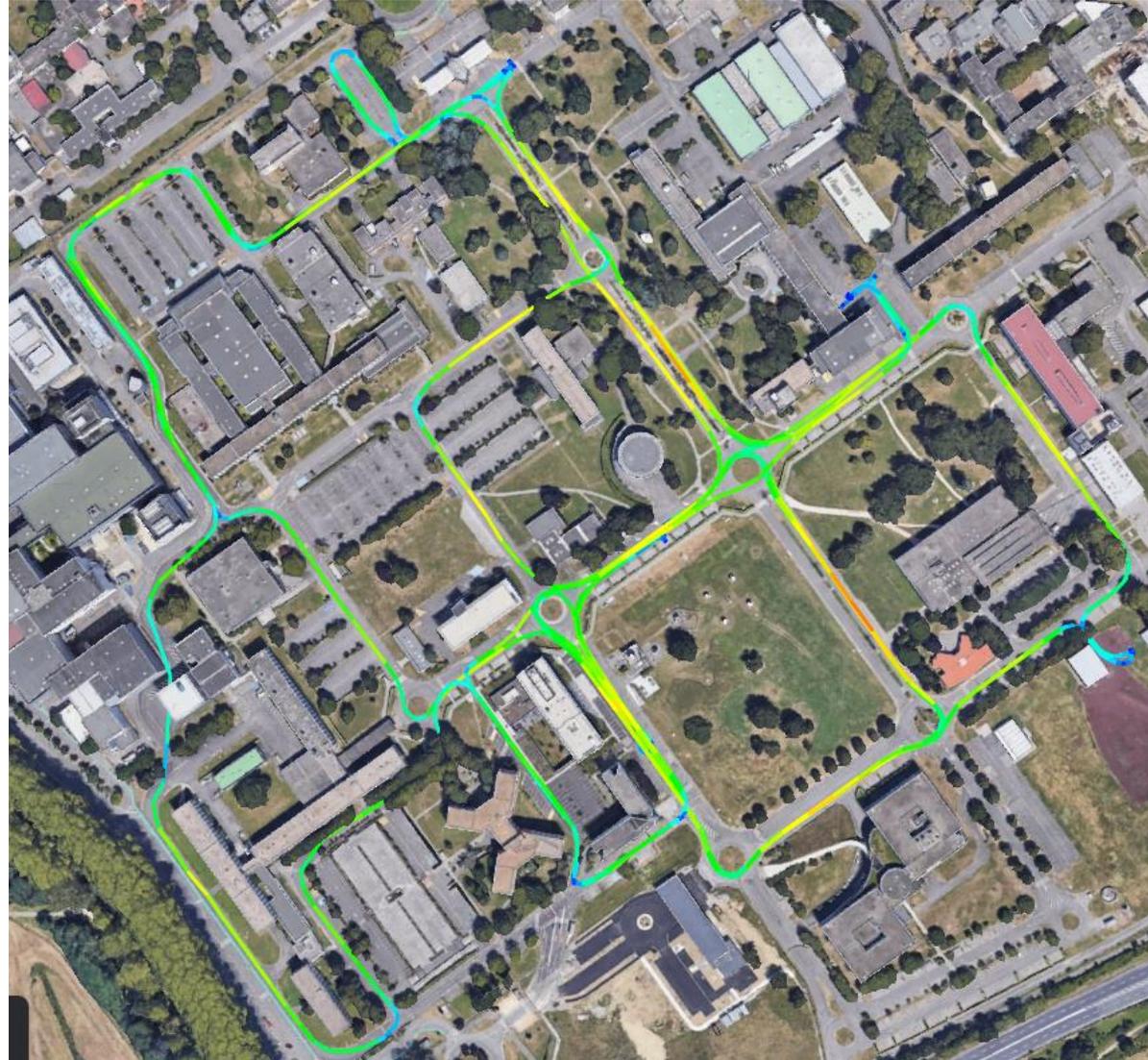
Contacts

For any questions, please contact : [Denis Laurichesse](#)

Exemple de positionnement statique



Exemple de positionnement dynamique



4

RÉFÉRENCES

Références

- 2007: D. Laurichesse, F. Mercier, "Integer ambiguity resolution on undifferenced GPS phase measurements and its application to PPP", ION GNSS, September 2007, Fort-Worth, Texas
- 2007: Brevet US8089397B2
- 2008: Brevet US8760344B2
- 2012: D. Laurichesse, "[Phase biases estimation for integer ambiguity resolution](#)", PPP-RTK & open standards Symposium , March 2012, Portland, Frankfurt am Main
- 2012: Loyer S., Perosanz F., Mercier F., Capdeville H., Marty J.C. [Zero-difference GPS ambiguity resolution at CNES-CLS IGS Analysis Center](#). Journal of Geodesy. Springer Berlin / Heidelberg. Doi: 10.1007/s00190-012-0559-2, 2012
- 2015: D.Laurichesse, R. Langley, "[Handling the Biases for Improved Triple-Frequency PPP Convergence](#)", GPS World, Innovation column, April 2015 issue
- 2018: D.Laurichesse, S. Banville, "[Innovation: Instantaneous centimeter-level multi-frequency precise point positioning](#)", *GPS World*, July 2018
- 2021: D. Laurichesse, A. Blot, C. Gazzino, "Real-time implementation of instantaneous PPP convergence and first results in difficult environments", TBD