

Evaluation des biais des signaux Galileo

Georgia Katsigianni

Sylvain Loyer

Félix Perosanz

Flavien Mercier

Alvaro Santamaria

Présentation technique CNIG/Géo-Pos

5 octobre 2017, IGN, Saint Mandé



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



Contexte: Résolution des ambiguïtés entières

	Précis	Exact
Range	-	+
Phase	+	-
Phase fixées	+	+

- Lorsque l'ambiguïté est fixée, les mesure de phase deviennent des mesures de distance satellite-récepteur à la fois précises et "exactes"
- Mais la fixation des ambiguïtés entières est délicate
- En pratique plusieurs combinaisons des mesures de range et de phase sur au moins 2 fréquences sont utilisées

RÉSOLUTION DES AMBIGUÏTÉS ENTIÈRES (CAS L1,L2)

1. Combinaison Wide-lane / Melbourne Wubben :

$$L_2 - L_1 - f(P_1, P_2) - (c\tau_{WSB} / \lambda_{WL}) = -N_w - (c\tau_{WRB} / \lambda_{WL})$$

τ_{WSB} : Biais « hardware » **satellite** (combinaison Wide-Lane des biais L1 et L2)

τ_{WRB} : Biais « hardware » **récepteur** (combinaison Wide-Lane des biais L1 et L2)

$$\lambda_{wl} = 86.19 \text{ cm} \quad N_w = N_2 - N_1$$

2. Combinaison Ionospheric-free

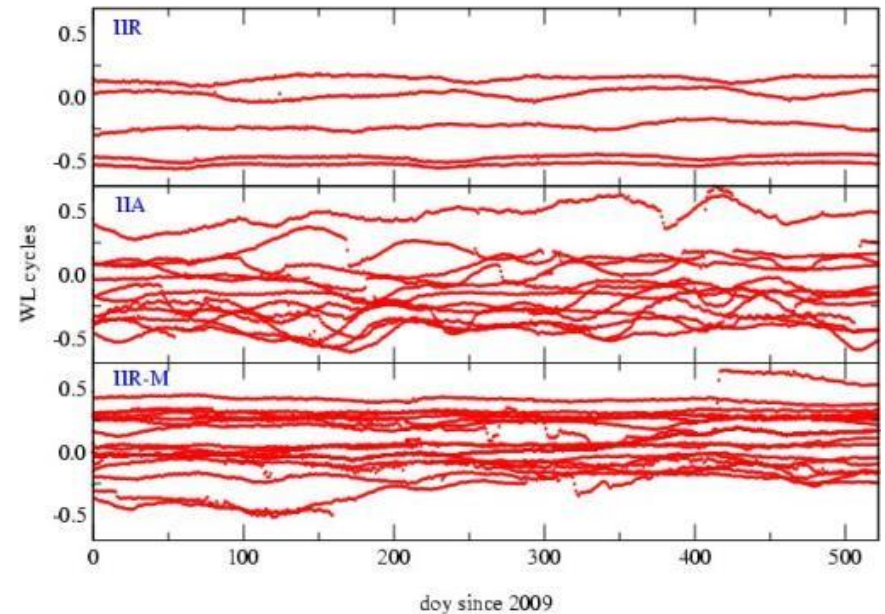
$$\frac{\gamma\lambda_1 L_1 - \lambda_2 (L_2 + N_w)}{\gamma - 1} = D + \lambda_c d_{windup} + \Delta t - \lambda_c N_1$$

$$\gamma = (\lambda_1 / \lambda_2)$$

$$\lambda_c = 10.7 \text{ cm}$$

- L'approche classique consiste à former les DD des ces équations de façon à éliminer les biais WSB et WRB
- L'alternative consiste à traiter les mesures en mode zéro-différence en déterminant les biais WSB et WRB

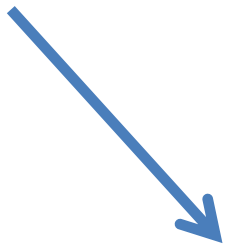
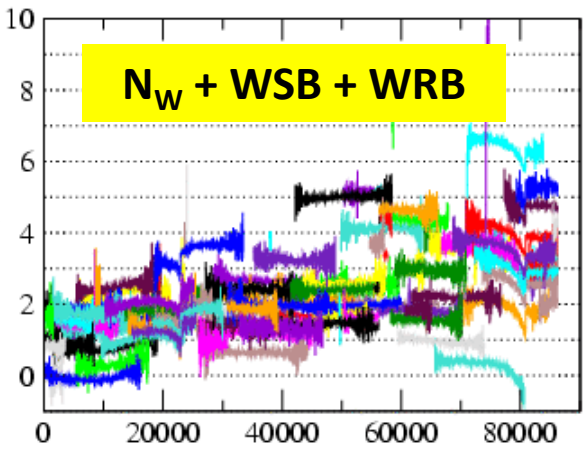
Biais et ambiguïtés



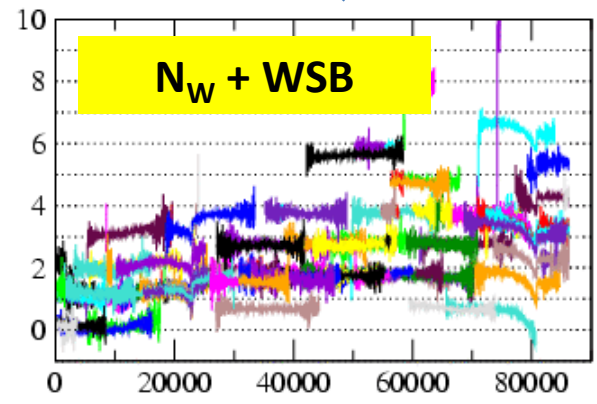
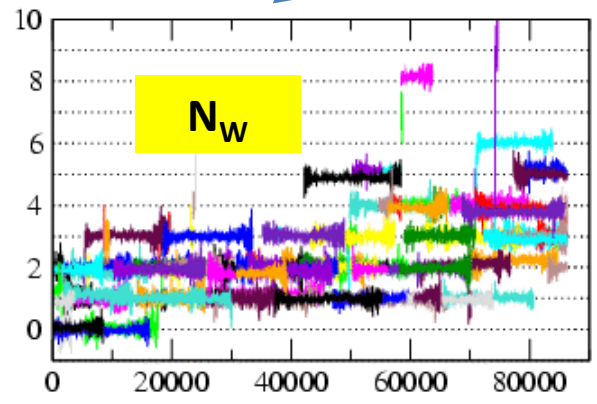
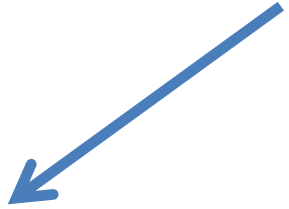
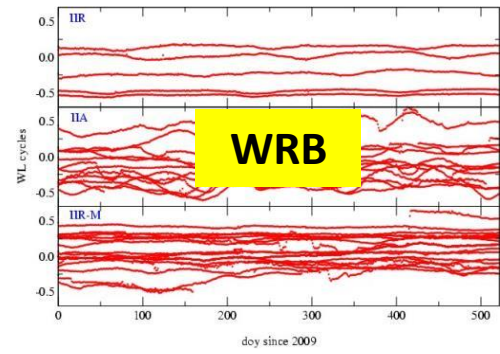
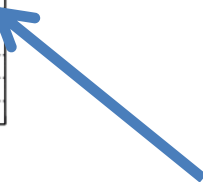
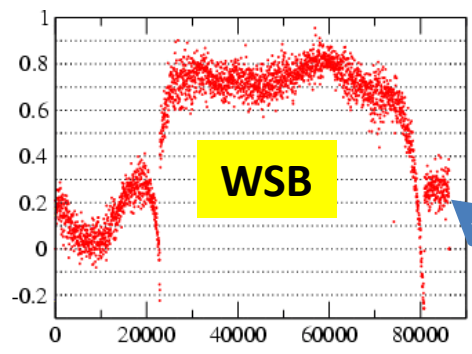
- Dans l'équation non différentiée le biais satellite et récepteur et l'ambiguïté sont 3 biais de mesure inséparables (parfaitement corrélés)
- En 2007 Denis Laurichesse et Flavien Mercier du CNES ont montré que les biais WSB des satellites GPS étaient stables (constants sur une journée) et donc observables
- Connaissant les biais satellites WRB et en utilisant plusieurs satellites, le biais de chaque récepteur devient à son tour observable et les ambiguïtés retrouvent leur nature entière
- **Il devient possible de traiter des mesures de phase non-différentiées et de fixer les ambiguïtés entières**

RINEX

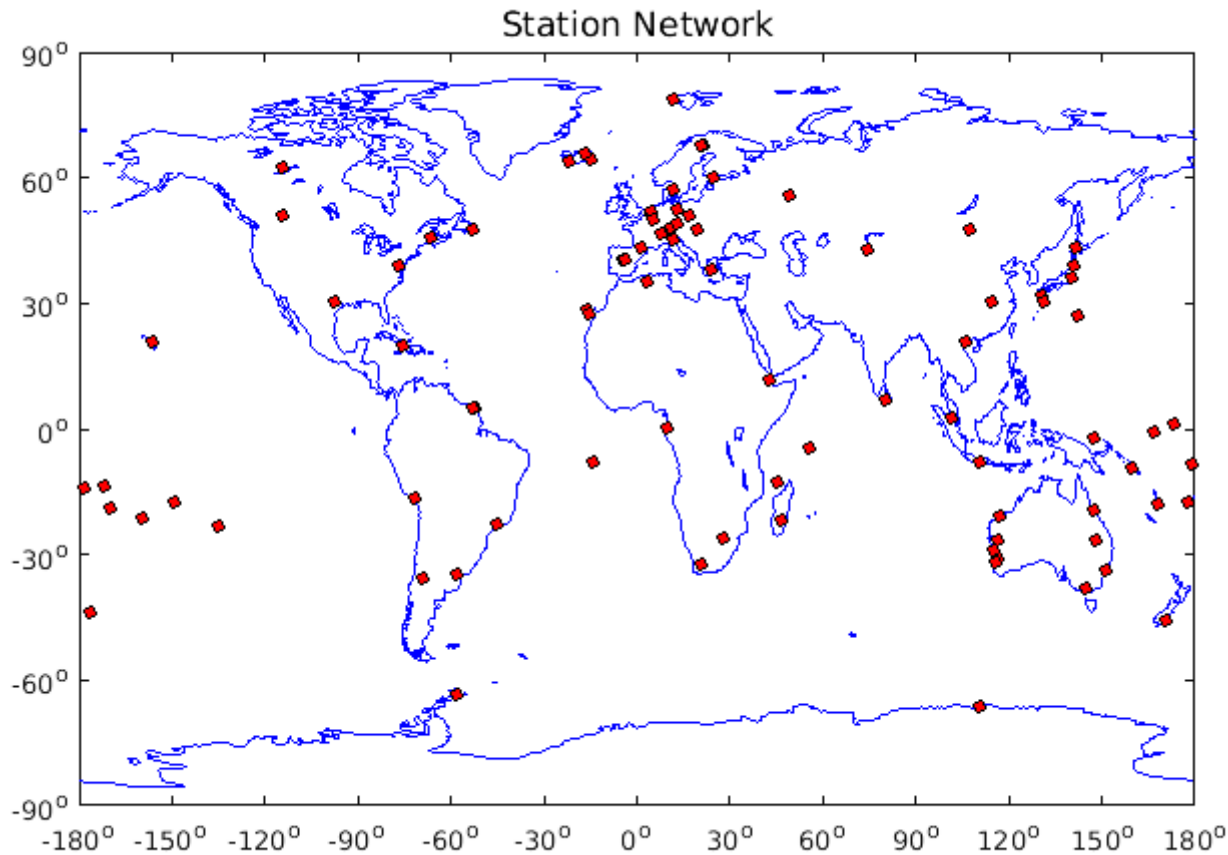
Combinaison MW



$N_W = N1 - N2$



Experimentation Galileo E1-E5



Galileo measurements E1/E5a and GPS L1/L2 from a global network of 96 IGS stations were used. Measurements were processed from 01/01/2017 (DOY: 001) until 19/02/2017 (DOY: 050).

Galileo WSB

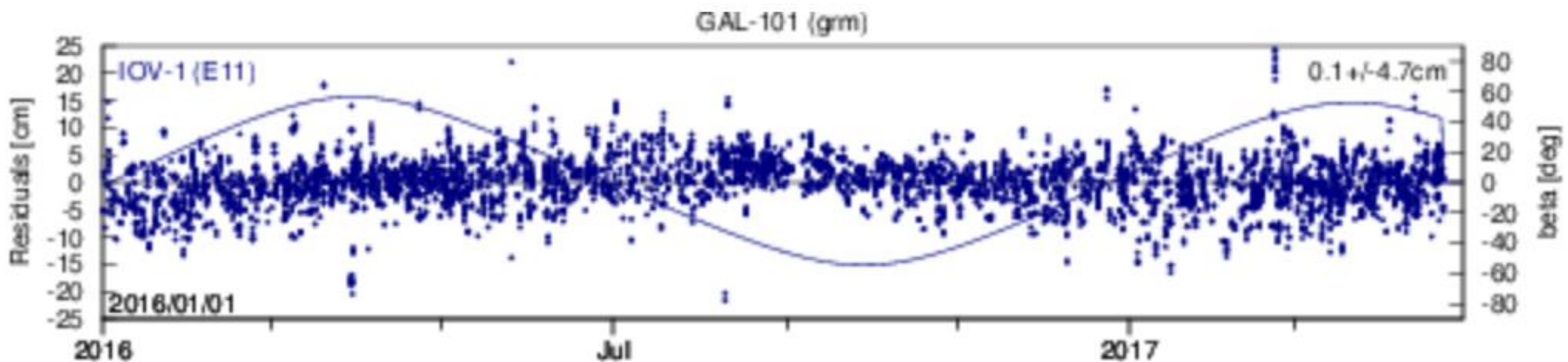
- Example of the WSB satellite biases (in cycles) for ZIM3station
- The fractional parts of WSB for all satellites are stable over time, with small fluctuations that do not exceed 0.1 cycles
- As the Galileo biases are very stable, receiver biases could be observed too.

Cumulative histograms of WSB values for IOV (left) and FOC (left) satellites.

Cohérence des WSB par marque de récepteur et intra-marque de récepteur pour Galileo (gauche) et GPS (droite)

Perspectives

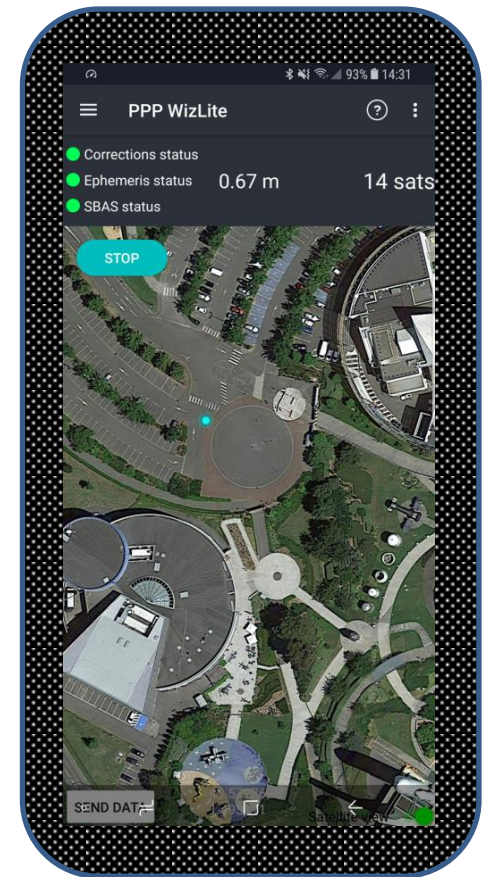
- Nécessité d'une Orbits/synchro des satellites Galileo de qualité suffisante ($< \frac{1}{2} \text{ NL} = 5\text{cm}$)



- OK au CA temps-différé CNES-CLS (post-traitement)
 - IPPP GPS+Galileo en post-traitement
- Prochainement opérationnel au CA CNES temps réel
 - IPPP GPS+Galileo en temps réel

Application pour Smartphone

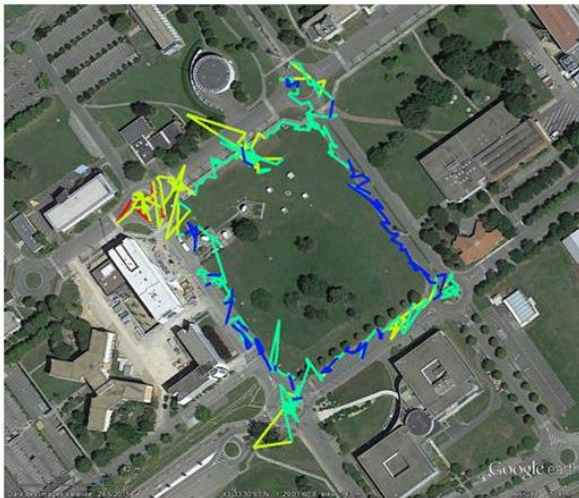
- PPP smartphone application
- Future **PPP-WizLite** version will use GALILEO, GLONASS and BEIDOU
- **1 cm** accuracy will be reached when new chipset with multi-frequency and carrier phase measurement is available, to allow a more precise location within a better convergence time



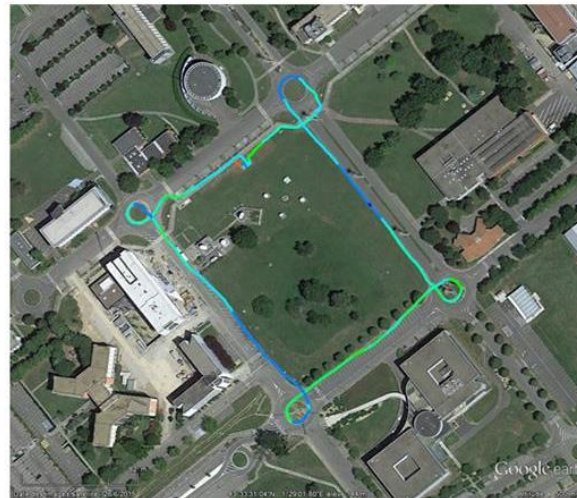
Smartphone Applications for Precise Point Positioning



PPP Wizlite: results in dynamic mode (pedestrian)



Rtklib PVT (GPS+GLO)



PPP Wizlite (GPS + GLO)