

# La mesure du niveau de l'eau par GNSS pour les besoins de l'étalonnage de la mesure altimétrique par satellite - quelques avancées récentes

Pascal Bonnefond, Pierre Exertier, Olivier Laurain - OCA/Géoazur

Muriel Bergé-Nguyen, Stéphane Calmant, Jean-François Crétaux, Laurent Testut - OMP/LEGOS

Felix Perosanz - OMP/GET

Valérie Ballu - Université de la Rochelle/LIENSs

Cédric Brachet, Michel Calzas, Christine Drezen - DT-INSU

Bruce Haines, Shailen Desai - JPL

**Colloque G2**

**Toulouse, 16-18 Novembre 2015**

# Un peu d'histoire...



Problématique:

- Variations de la ligne de flottaison
- Pertes de signal GNSS

# Bouées: vers une meilleure stabilité

GPS buoys : BOCA and BDT



Ajout  
d'une voile  
pour  
limiter les  
vibrations  
hautes  
fréquences

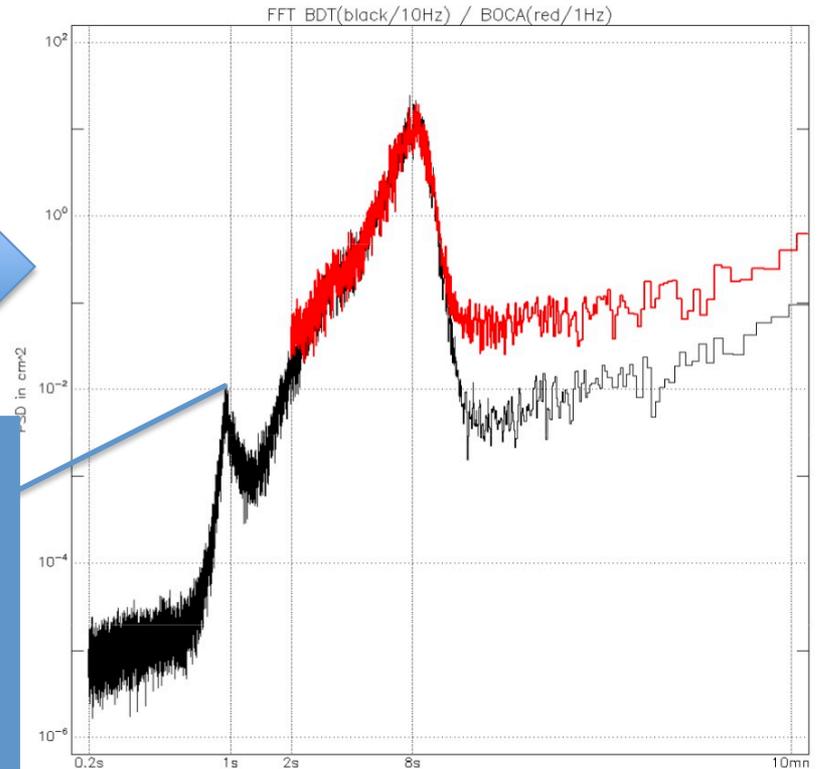
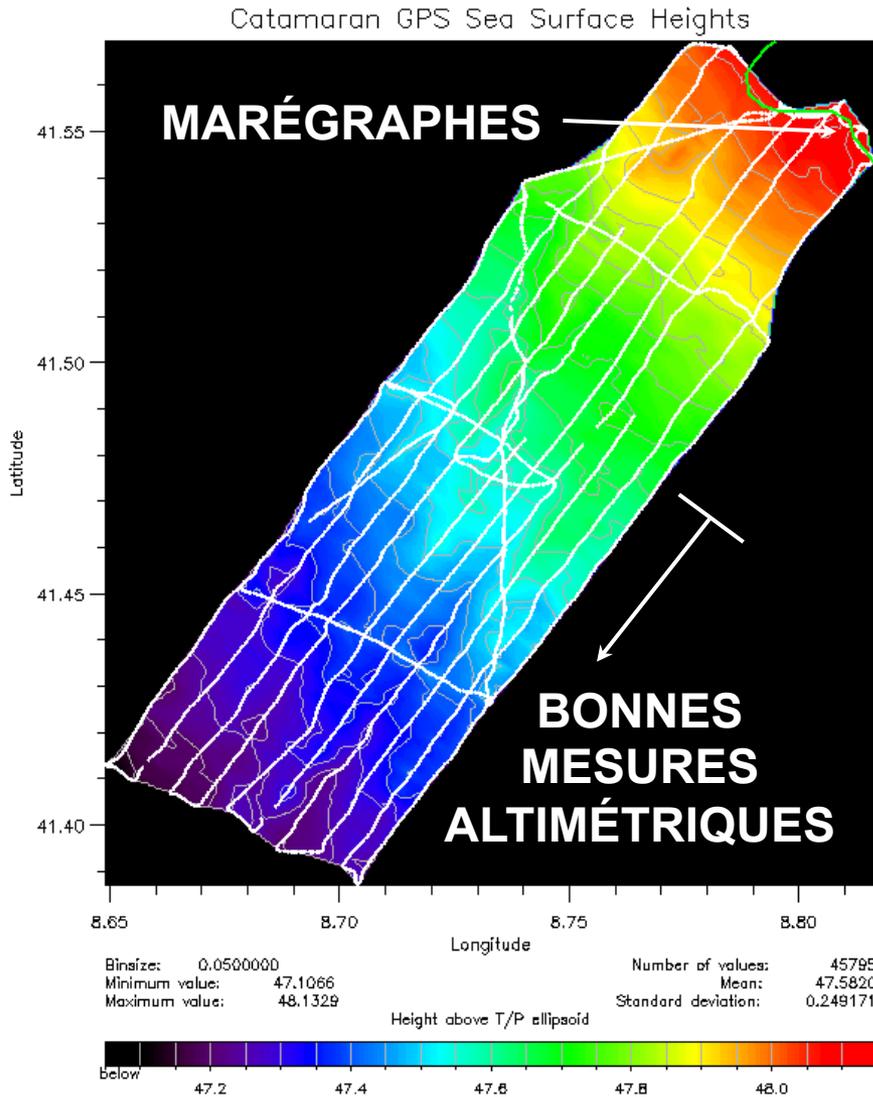


Fig 2 : Spectra of the BDT 10 Hz session (black) and the BOCA 1Hz session (red) durant the swell session

# “Géoïdes” locaux en Corse pour l’étalonnage de l’altimétrie

1999 : premier “géoïde” local par cartographie GPS



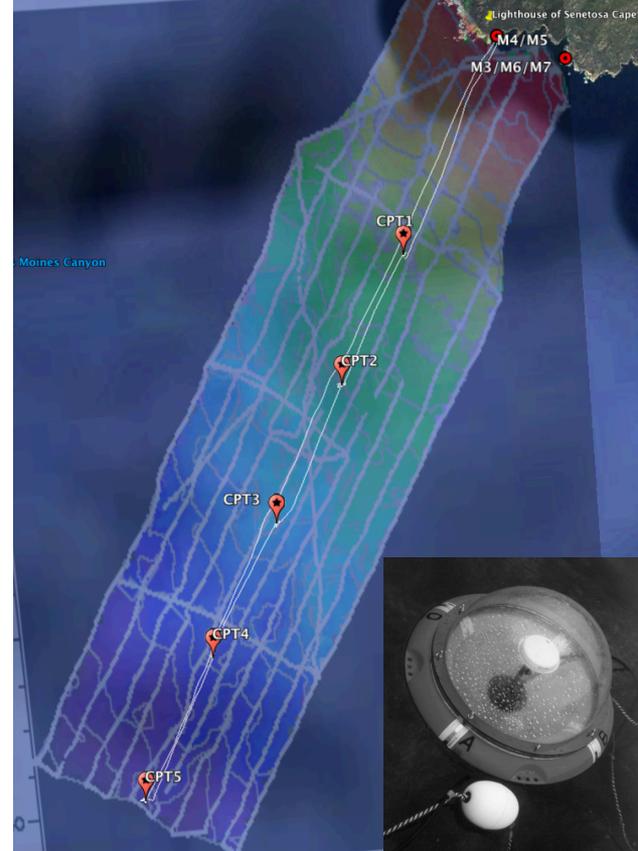
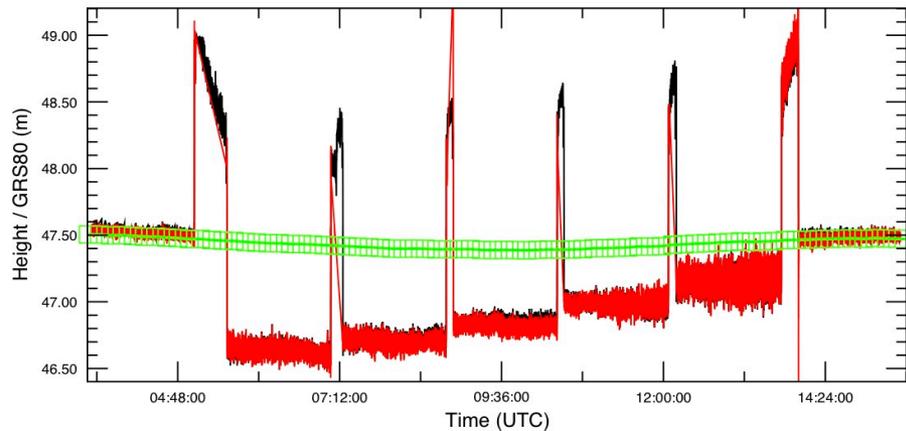
Catamaran GPS tiré à vitesse constante (3–4 m/s) sur une surface de 20x7 km entourant la trace du satellite



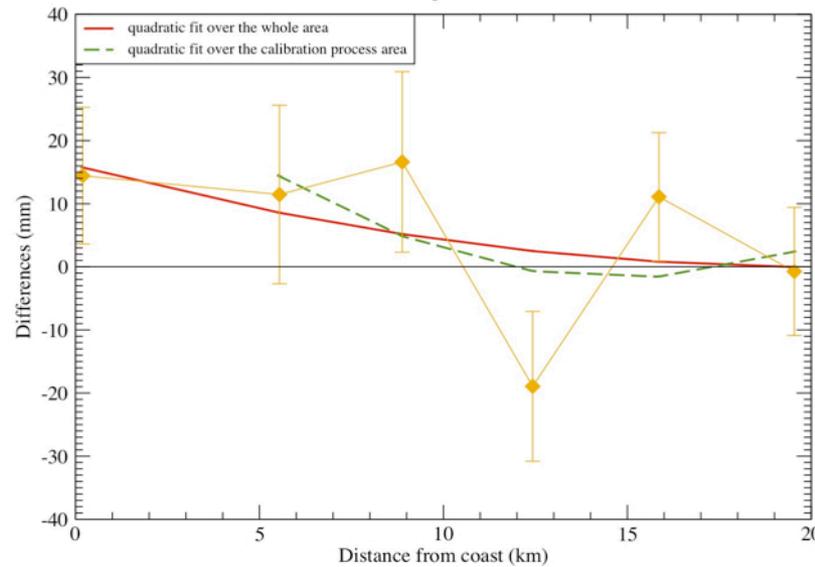
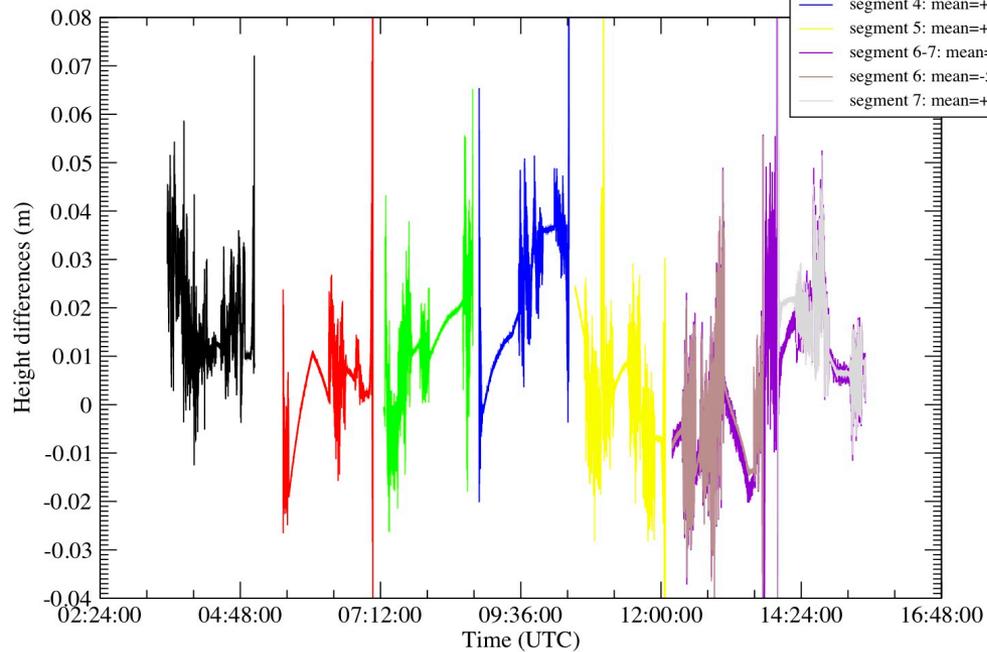
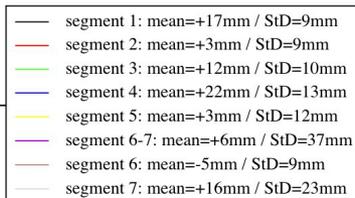


2010: 11 ans après

Flavien Mercier (CNES) = PPP integer ambiguity resolution



TRACK (new) - Flavien

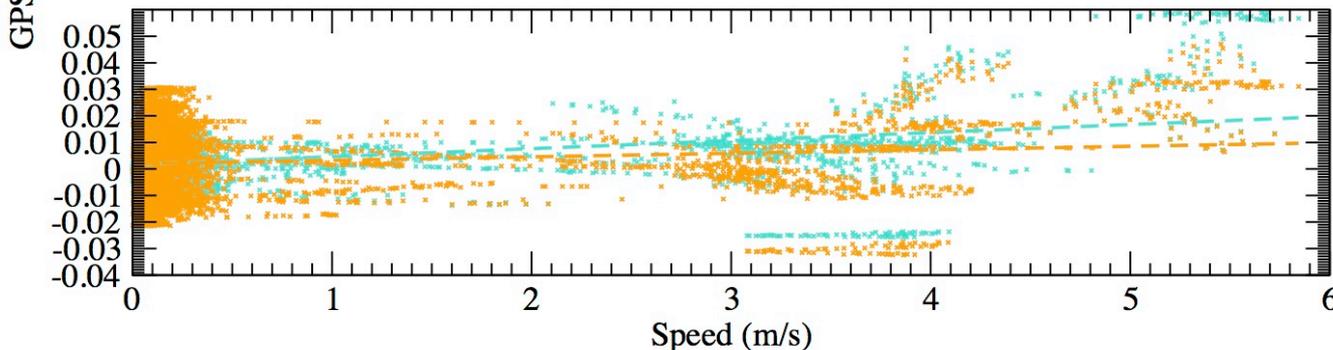
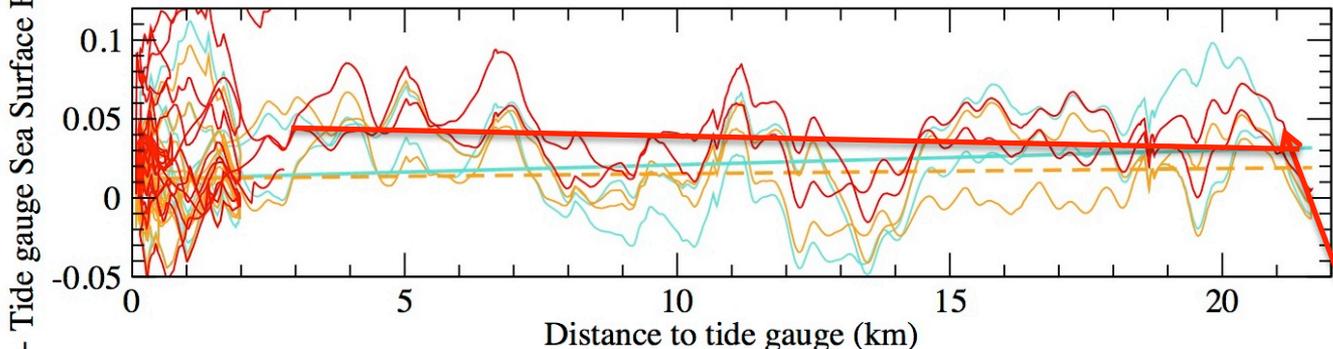
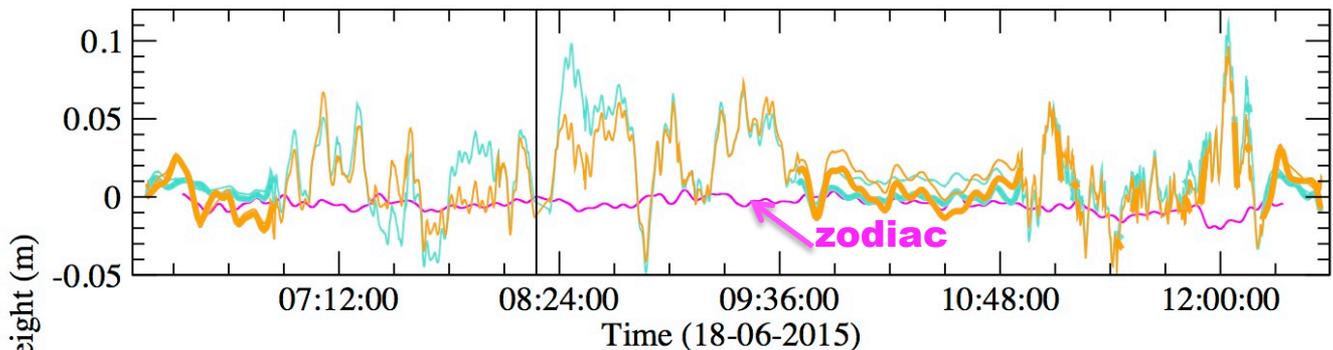


# 2015: Essai de CalNaGéo en Corse



# 2015: 16 ans après

CalNavGeo experiment (Senetosa 18/06/2015): mode short (turquoise) / mode none + ambin (orange)



**Solution Gipsy PPP :**  
 Les différences entre l'aller et le retour sont plus petites  
 Une pente < 1mm/km

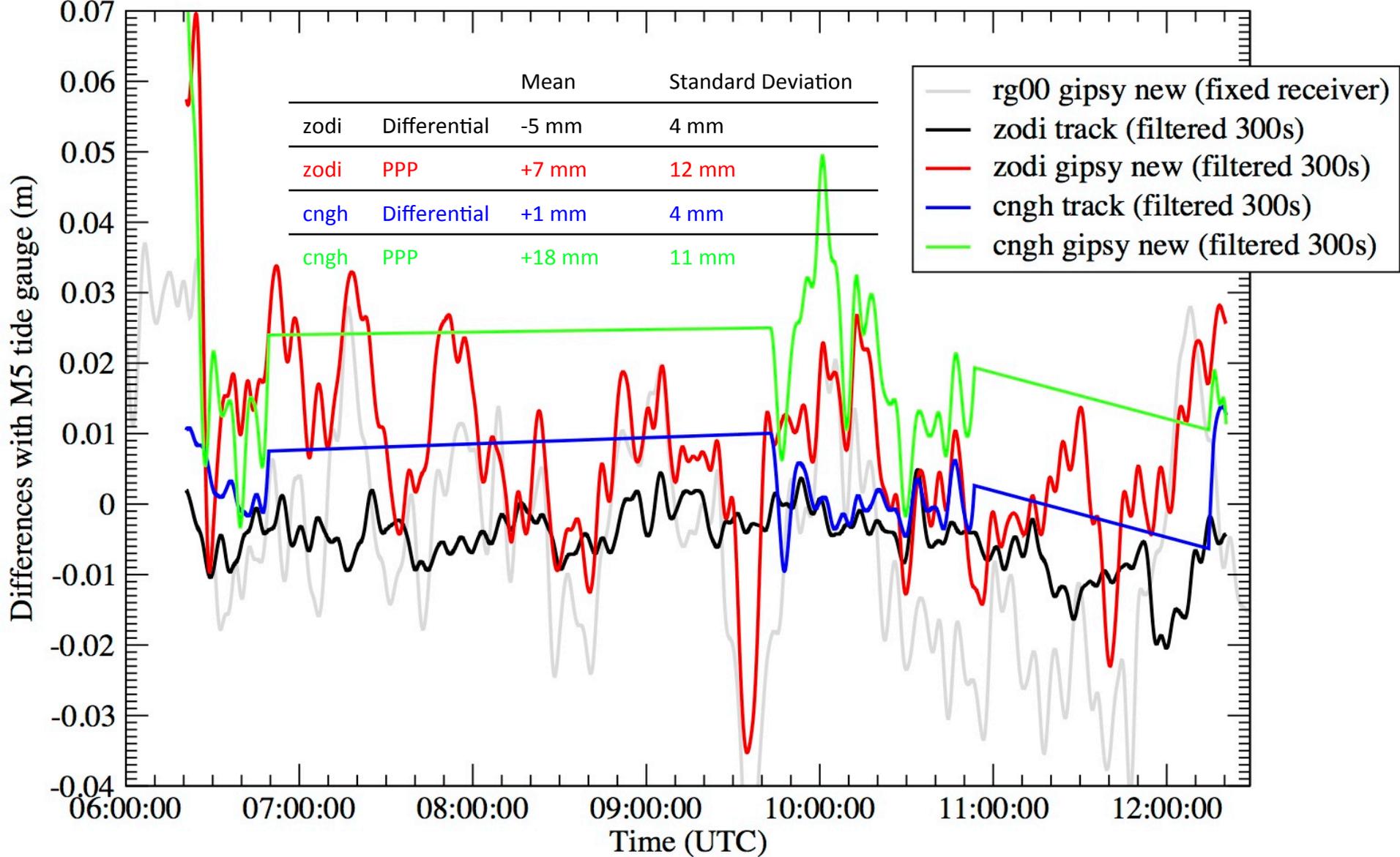
Table 1. Linear trend of SSH differences (CalNaGeo – Tide gauges) as a function of velocity

	Bias @ 0 m/s (mm)	Slope (mm/(m/s))	Number of data
M3&M5	+2.77 ± 0.09	+2.56 ± 0.07	7861
M3&M5 (0<V<4)	+3.48 ± 0.07	+0.06 ± 0.07	7597
M3&M5 (0.5<V<4)	+5.73 ± 1.0	+0.86 ± 0.34	980

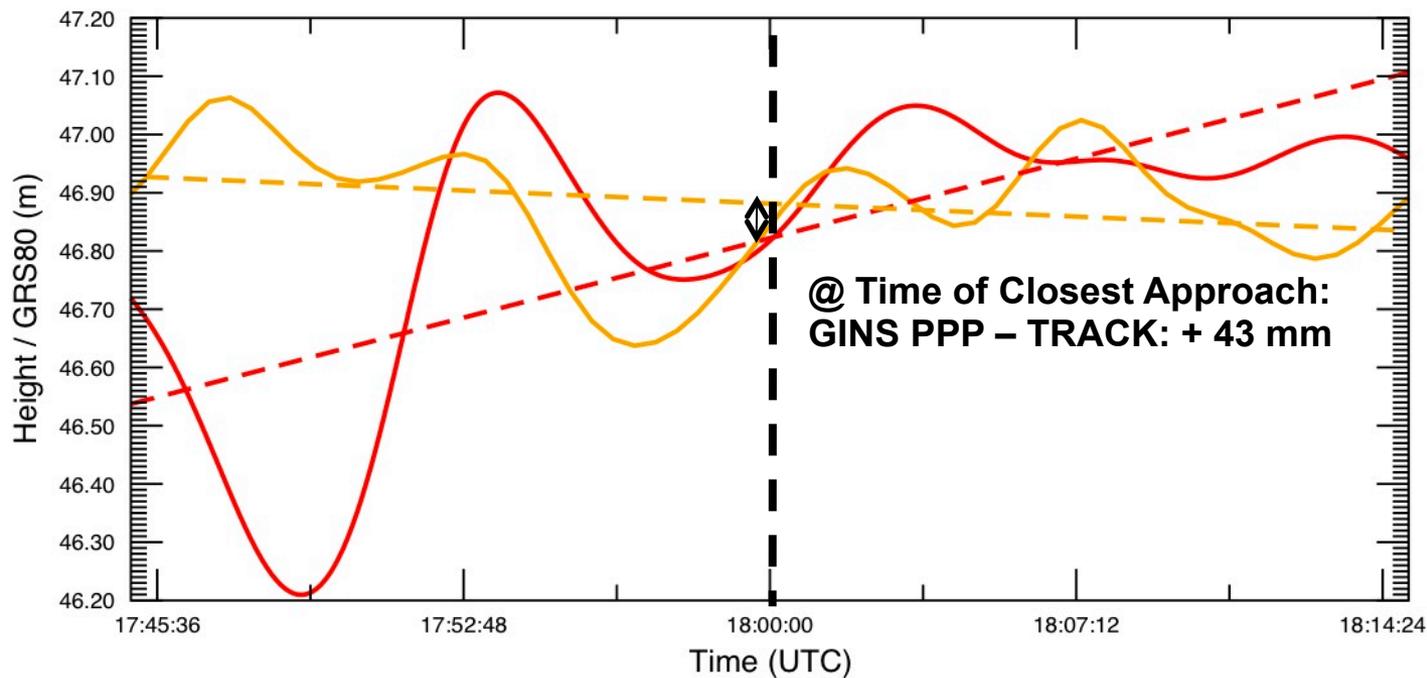
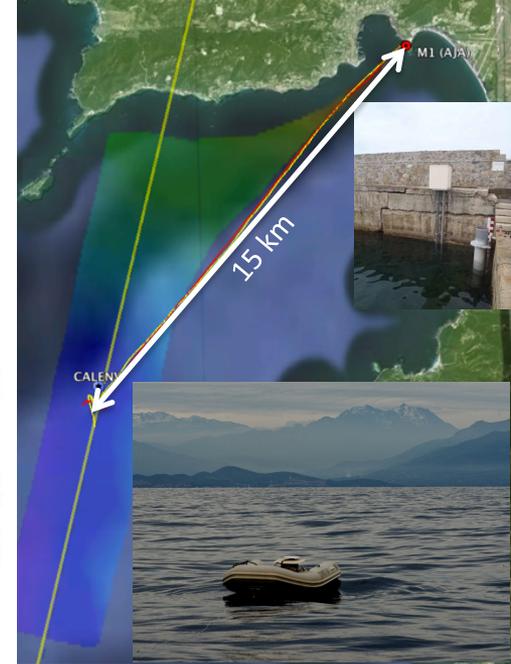
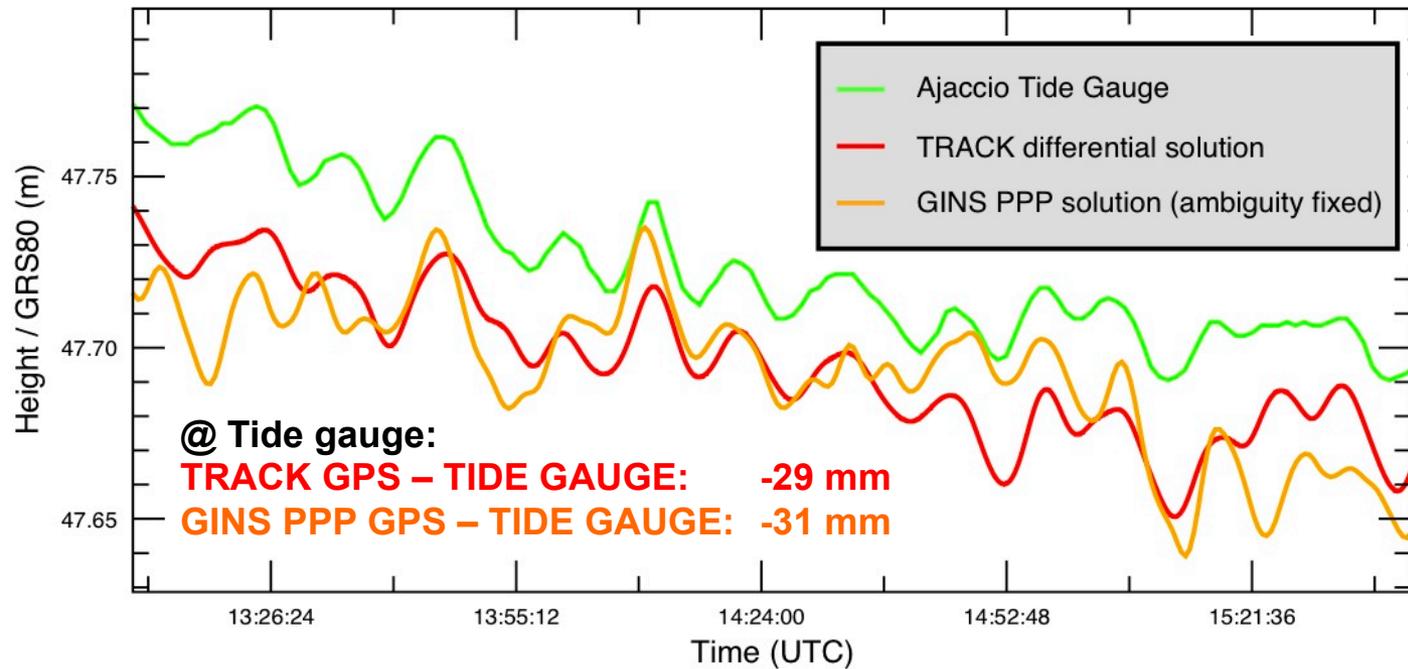


Variation négligeable de la ligne de flottaison en fonction de la vitesse

# Senetosa 18/06/2015: Zodiac and CalNaGeo @ tide gauge location (<250m) with 0 velocity

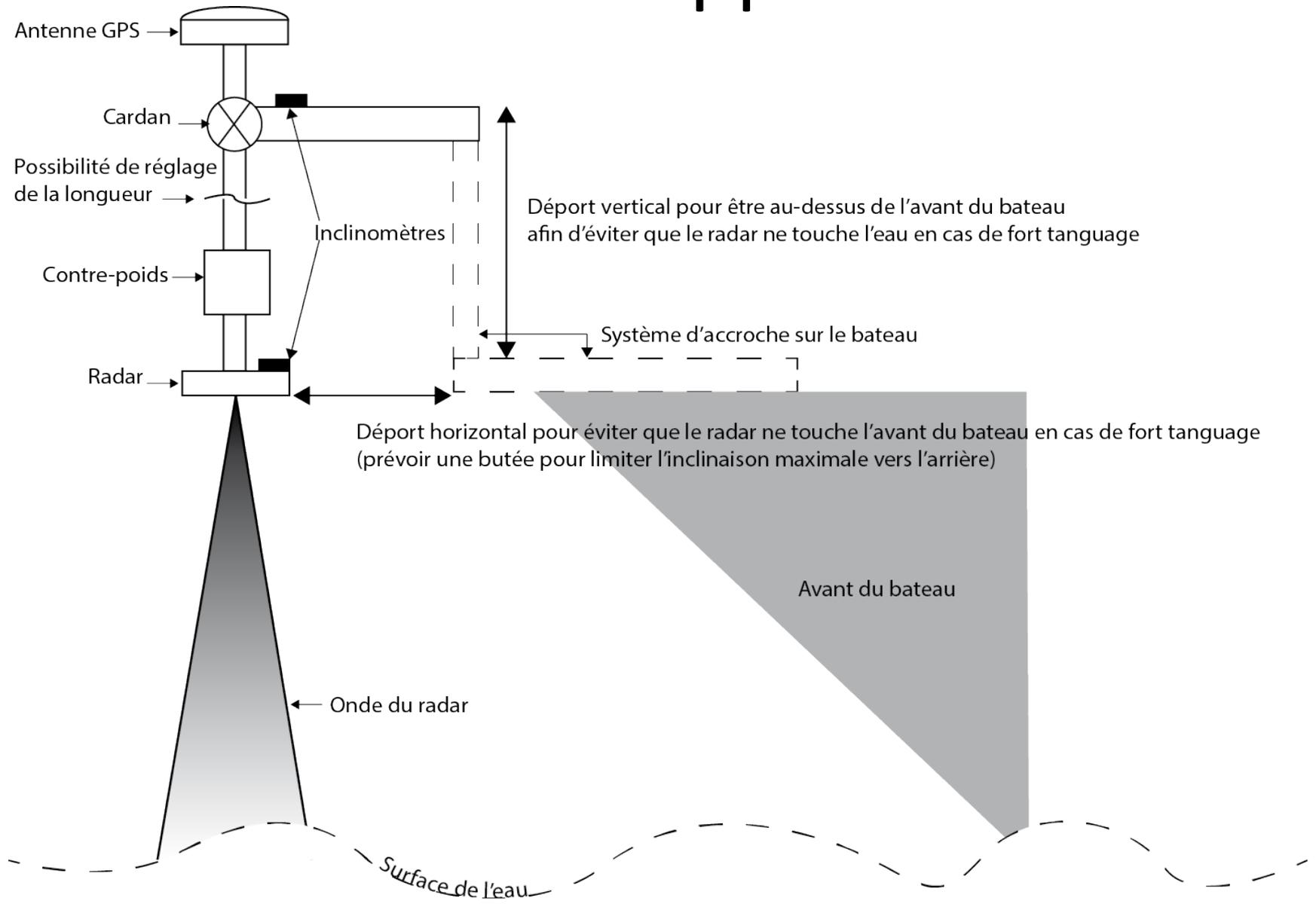


Sur de courtes distances la solution différentielle est bien meilleure en terme de dispersion. Le marégraphe étant nivelé par rapport au récepteur fixe la moyenne est proche de 0 car dans le même référentiel local.

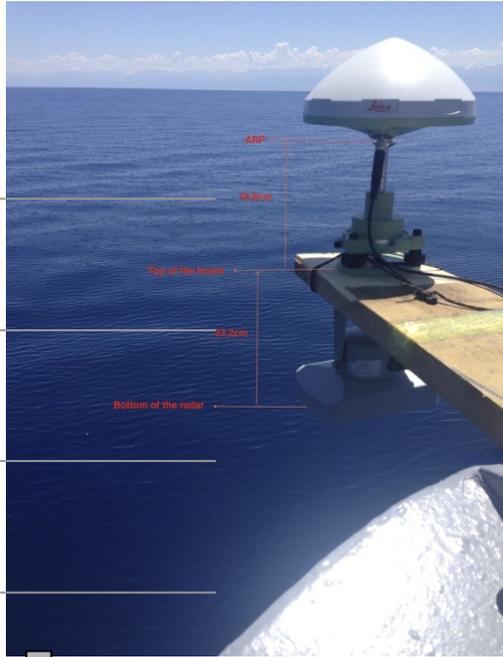
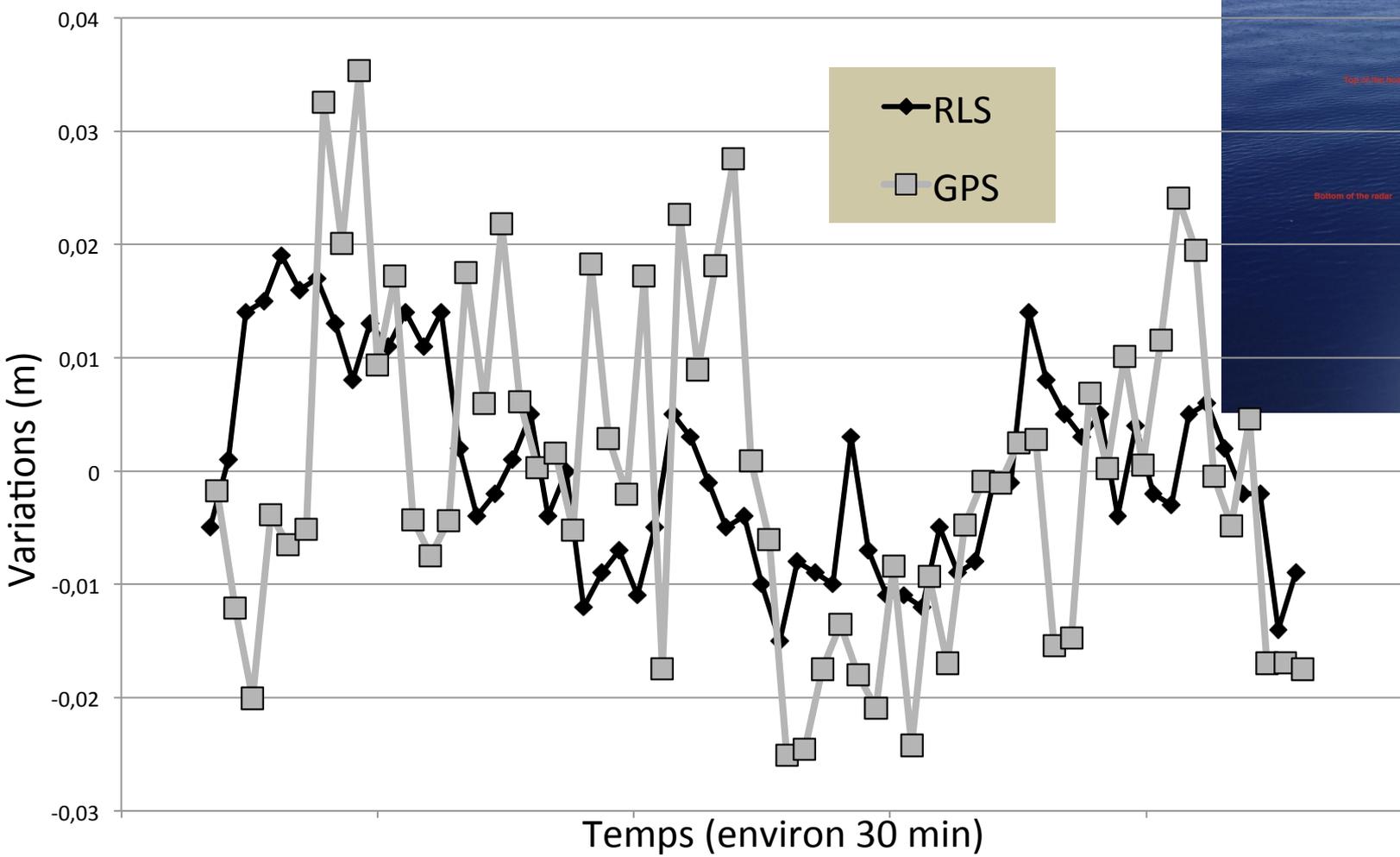


SARAL/AltiKa  
 Overflight  
 05/27/2013

# Futur développement

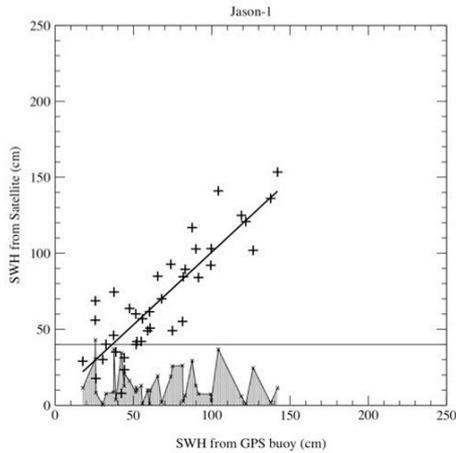


# Et premier test au lac Issyk-Kul

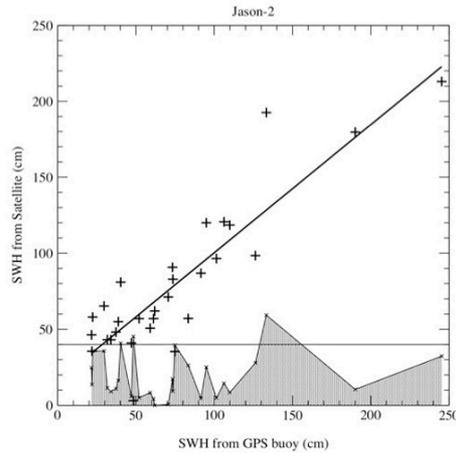


Enfoncement GPS Proue pour navire en mouvement: ~10cm pour 12 km/h  
Dispersion d'environ 9mm ensuite en régime stable mais de petites variations détectables

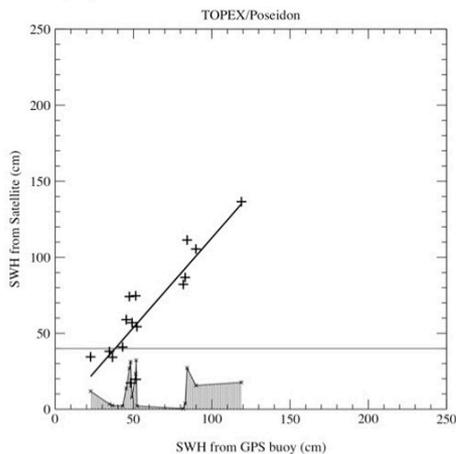
# GNSS pour la hauteur de mer mais aussi les vagues



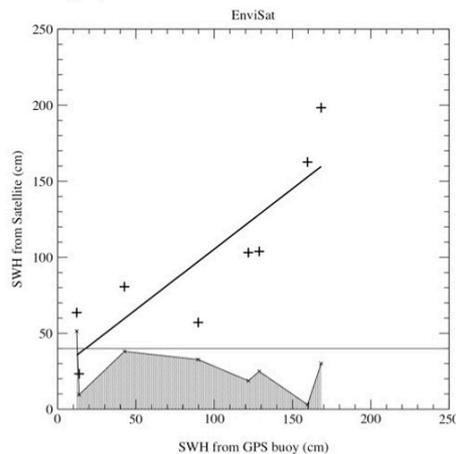
(a)



(b)



(c)



(d)

$$\sigma_{shr}^2 = \sigma_{gps}^2 + \sigma_{wave}^2; \text{ so, } \sigma_{wave} = \sqrt{(\sigma_{shr}^2 - \sigma_{gps}^2)}.$$

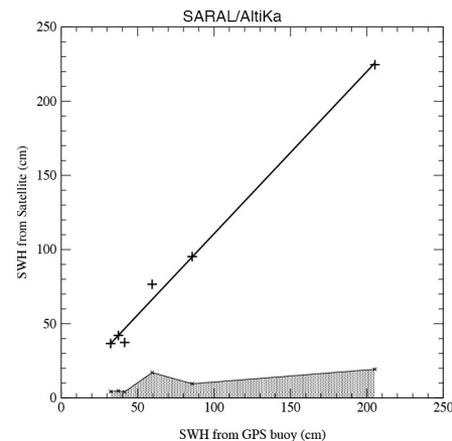
$$\Rightarrow SWH_{buoy} = 4 \cdot \sigma_{wave} \quad (1)$$

**Table 1.** SWH from altimetry versus GPS buoy SWH

Satellite	Correlation (%)	Slope	$\sigma^*$ (cm)	Mean (cm)	Number
Jason-1	87	0.95	18	14	39
Jason-2	88	0.84	24	18	30
T/P	87	1.18	17	14	16
Envisat	87	0.80	31	26	8
SARAL/AltiKa	97	1.09	9	9	6

\*  $\sigma$  is the standard deviation of SWH differences.

\*\* Mean value of absolute differences.



# Conclusion

- Des développements technologiques pour se rapprocher au plus près des mouvements de la surface de l'eau
  - « Fixe »: bouée à grande stabilité
  - Mobile:
    - Nappe CalNaGéo pour « coller » à la surface de l'eau
    - Couplage Radar-GPS pour compenser les mouvements du bateau
- Des développements algorithmiques (PPP) pour s'éloigner de la côte