

Apport des satellites multi-techniques à la combinaison de mesures de géodésie spatiale

M. Zoulida¹, A. Pollet¹, D. Coulot^{1,2}, R. Biancale³
email : myriam.zoulida@ign.fr

¹ Institut National de l'Information Géographique et Forestière– LAREG, Université Paris Diderot, GRGS, Paris, France

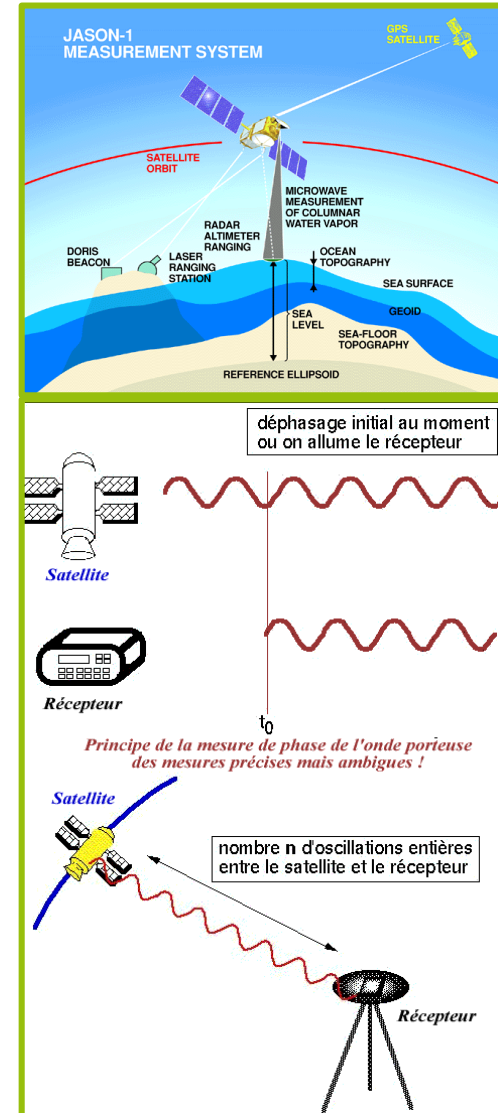
² IMCCE – Paris, France

³ Observatoire Midi-Pyrénées, GET, Toulouse, France



Contexte de l'étude

- ❖ La combinaison au niveau des observations des différentes techniques de géodésie spatiale peut exploiter les paramètres communs de celles-ci dans le but de réaliser des repères de référence de haute précision.
- ❖ Afin de réaliser des repères terrestres homogènes, il est nécessaire de rattacher les techniques par des liens terrestres (Local ties - LT).
- ❖ Il est possible de rattacher les techniques par des liens spatiaux (Space Ties - ST), présents sur les satellites multi-techniques.
- ❖ Combinaisons multi-techniques comprenant les observations GPS, SLR et DORIS du satellite altimétrique Jason-2.
 - Effet sur la détermination des orbites des satellites GPS ainsi que sur celle de Jason-2.
 - Effet sur la résolution des ambiguïtés entières des stations GPS.



Plan de la présentation

- ❖ Liens terrestres – Local Ties
- ❖ Liens Spatiaux – Space Ties
- ❖ Résolution des ambiguïtés entières
- ❖ Etude de l'estimation des orbites GPS
- ❖ Etude de l'estimation de l'orbite de Jason-2
- ❖ Conclusions
- ❖ Perspectives

Liens Terrestres - Local Ties (LTs)

- ❖ International Terrestrial Reference Frame – ITRF: réseau global de stations des 4 techniques.
- ❖ Plusieurs techniques sur le même site → site de co-localisation.
- ❖ Local Ties: vecteurs entre les points de référence de chaque technique.
- ❖ Ces liens présentent certains inconvénients...:
 - Mauvaise distribution observée lors de calculs de combinaisons hebdomadaires.
 - Leur précision varie selon le site de co-localisation ($\geq 3\text{mm}$ [Altamimi, 2005]) .
 - Désaccords entre les LTs disponibles et l'estimation des positions des stations correspondantes par méthodes de géodésie spatiale (37% des co-localisations à plus de 1cm [Altamimi et al., 2011]).
 - Impossibilité de validation externe.

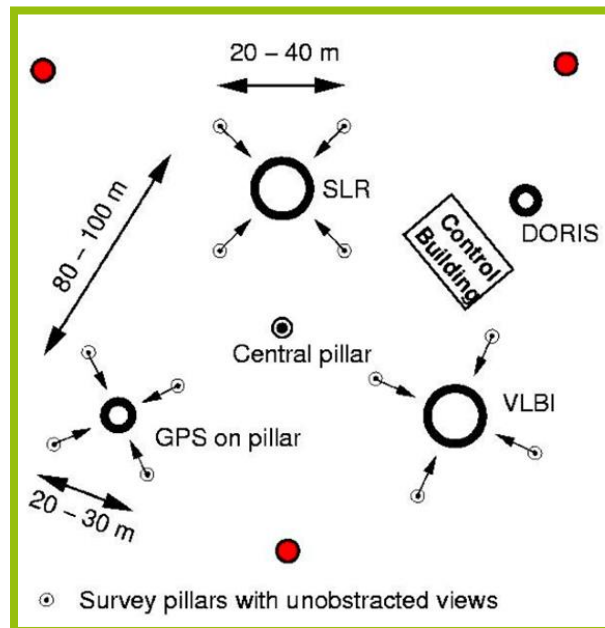


Figure 1: Site de co-localisation

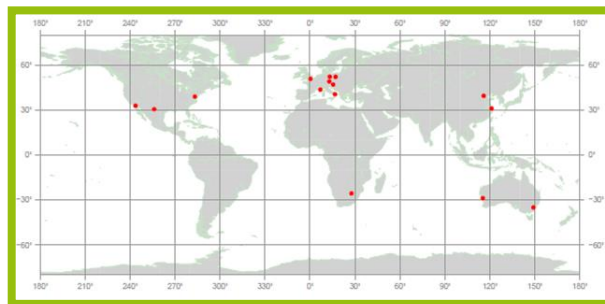


Figure 2: Distribution hebdomadaire de co-localisations SLR

Liens Spatiaux - Space Ties (STs)

Les satellites multi-techniques peuvent être considérés comme des sites de co-localisation mobiles dans l'espace.

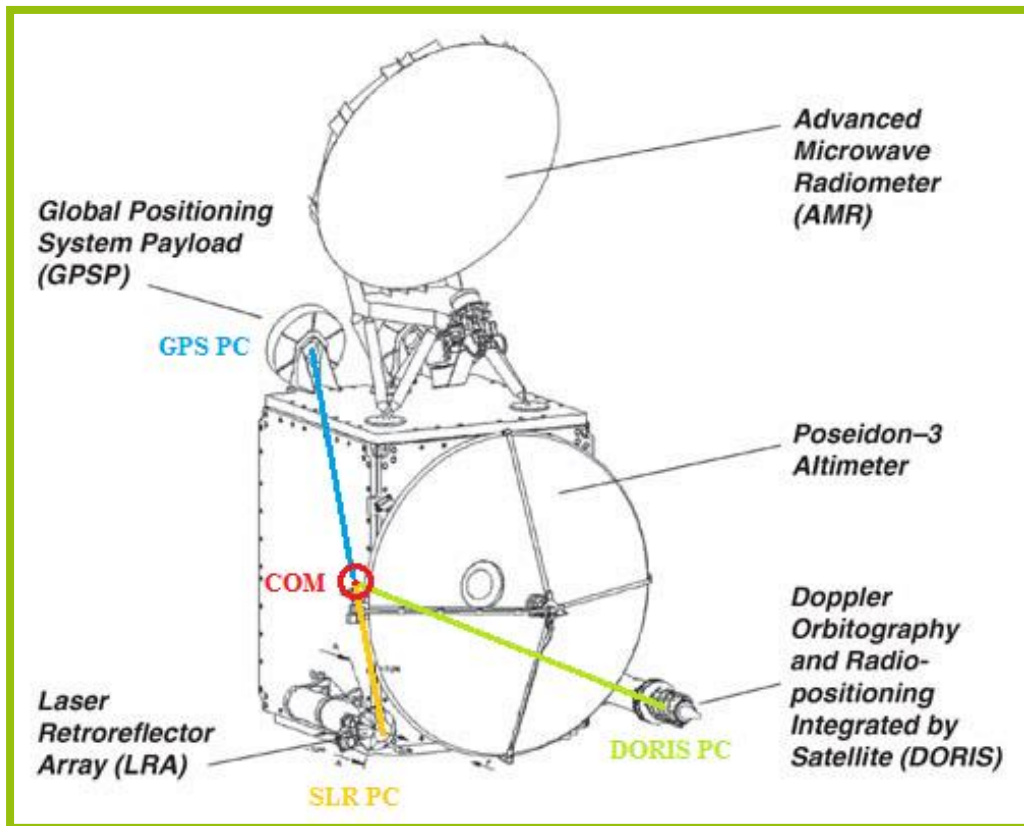


Figure 3: <http://www.nasa.gov/> - Jason-2

Avantages des liens spatiaux:

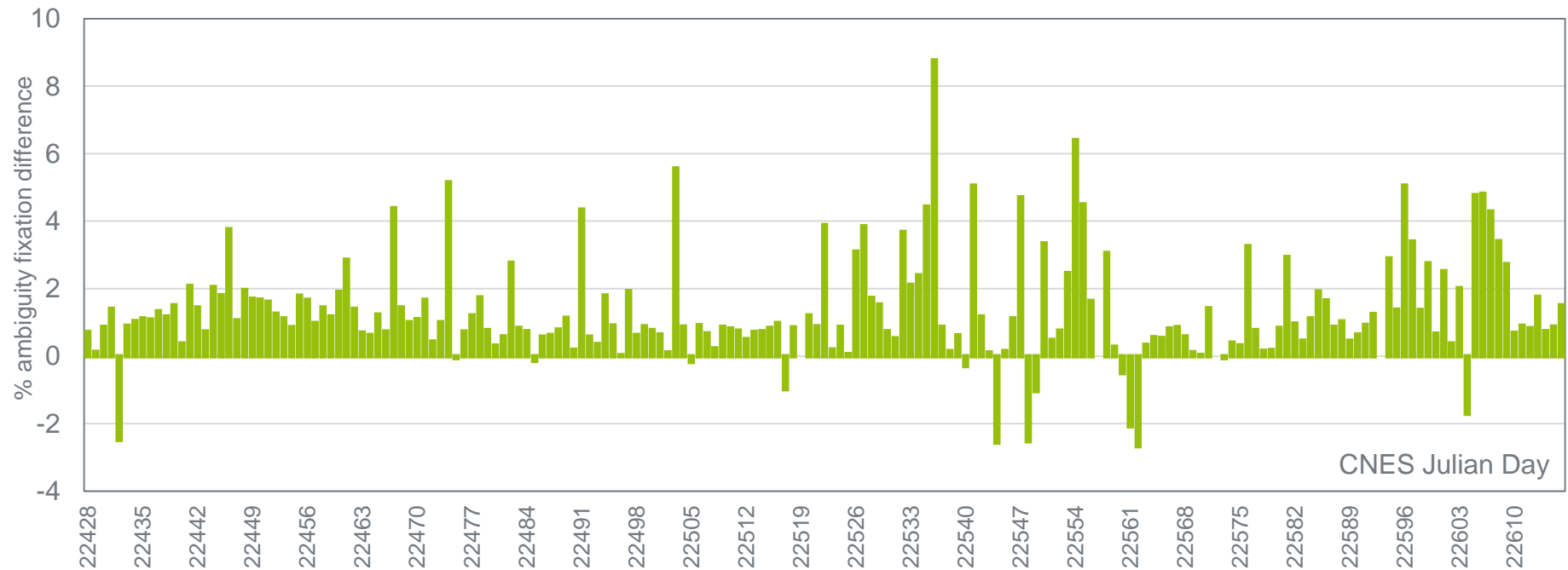
- ❖ Densification des co-localisations.
- ❖ Inter-étalonnage des techniques.
- ❖ Contrôle indépendant des LT.

Inconvénient principal: les points de référence des techniques ne sont pas nécessairement bien connus.

Paramètres de l'estimation des orbites

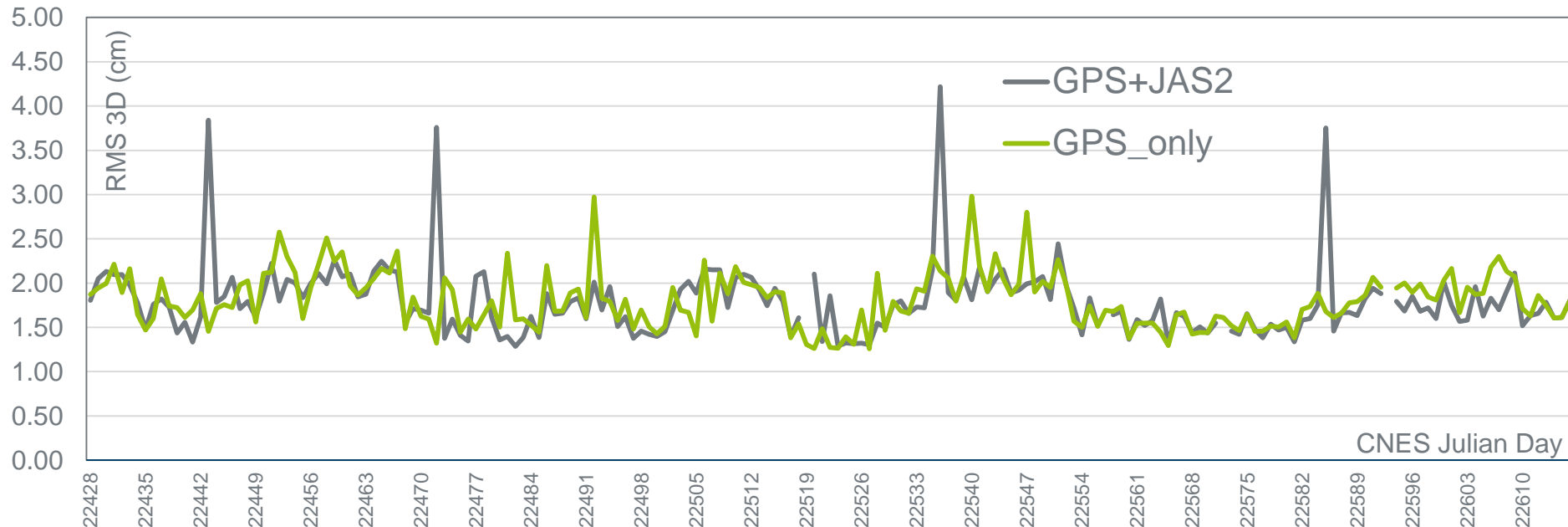
- ❖ Période d'étude de 6 mois (20/05-03/12/2011).
- ❖ Les orbites des satellites GPS ont été estimées à partir des observations des stations GPS seules (solution GPS_only) et des observations GPS+JAS2 (GPS, DORIS, SLR – solution GPS+JAS2).
- ❖ Résolution des ambiguïtés sur les stations GPS (pas réalisable sur JAS2).
- ❖ Echantillonnage des observations GPS 300s.
- ❖ Pas d'intégration des orbites: 300s pour les satellites GPS, 60s pour Jason-2.
- ❖ Logiciel GINS/Dynamo, modélisation selon le centre d'analyse CNES/CLS de l'IGS (International GNSS Service).

Etude de la résolution des ambiguïtés entières



- ❖ Fixation des ambiguïtés pour la solution GPS_only et la solution GPS+JAS2 sur les stations GPS.
- ❖ Comparaison du taux de fixation entre les deux solutions.
- ❖ Les valeurs positives indiquent un plus haut taux de fixation pour la solution GPS+JAS2.

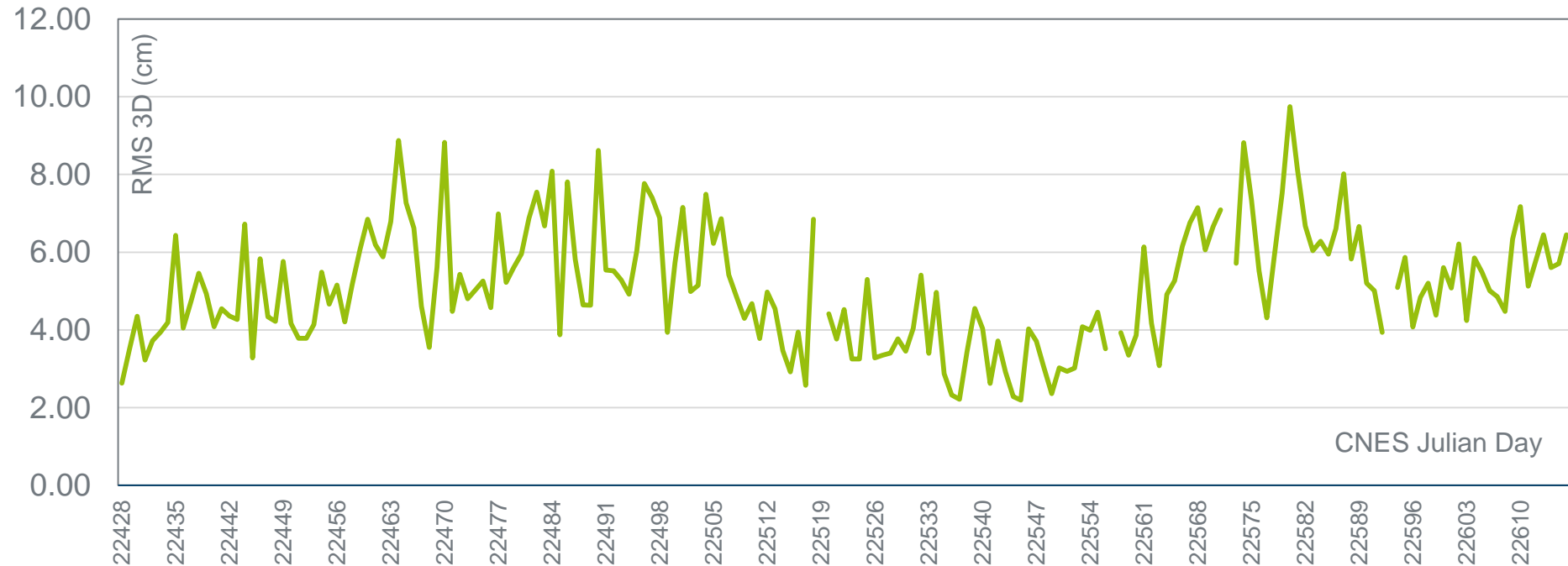
Etude des orbites GPS



- ❖ Comparaison des orbites GPS de chacune des deux solutions aux orbites IGS.
- ❖ Les deux jeux d'orbites sont en plutôt bon accord avec les orbites IGS.
- ❖ Les valeurs statistiques des RMS montrent que les orbites issues de la solution GPS+JAS2 sont légèrement plus proches des orbites IGS.

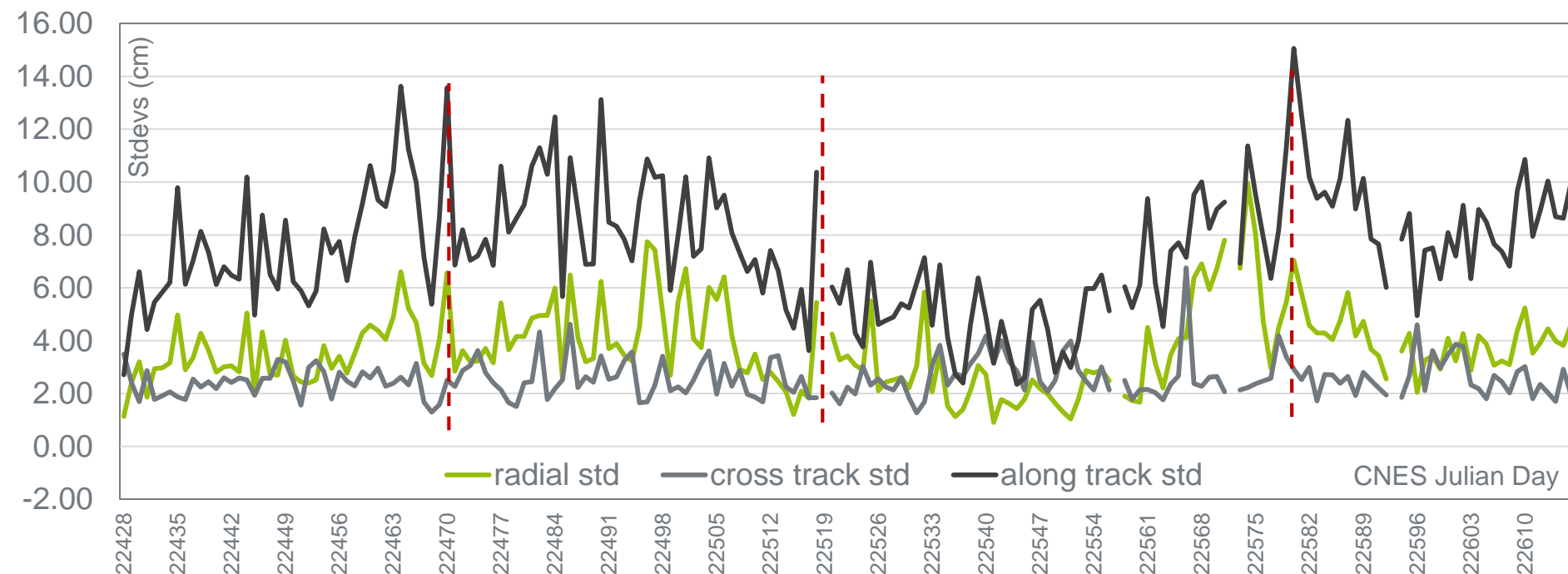
(cm)	GPS+JAS2	GPS_o
average	1.79	1.80
min	1.28	1.26
max	4.22	2.98
median	1.73	1.78

Etude de l'orbite Jason-2



- ❖ Comparaison des orbites Jason-2 aux produits POD (Precise Orbit Determination) du SSALTO (Segment Sol multissions d'ALTimétrie, d'Orbitographie et de localisation précise - CNES).
- ❖ RMS 3D de la comparaison.
- ❖ Des instabilités sont observées, sans doute dues à l'estimation simultanée des orbites GPS.

Etude de l'orbite Jason-2



- ❖ Ecart type de la comparaison sur les composantes.
- ❖ Médiane de l'écart type en radial de 3.44 cm.
- ❖ On observe les plus grands désaccords les jours où les trois techniques ne sont pas disponibles ou les jours avec manœuvres.
- ❖ La plus grosse partie de l'erreur se trouve sur la composante le long de la trace, qui est habituellement la moins bien connue à cause de la modélisation des forces de surface.

Conclusions

- ❖ L'ajout d'un satellite bas multi-techniques donne des résultats prometteurs sur la détermination des orbites GPS en comparaison aux orbites IGS.
- ❖ L'ajout des observations de Jason-2 semble améliorer la résolution des ambiguïtés entières sur les stations GPS.
- ❖ L'estimation de l'orbite de Jason-2 donne des résultats plutôt bons, en comparaison avec la solution POD SSALTO, mais des améliorations sont à apporter à l'estimation simultanée des orbites hautes et basses, afin d'atteindre une meilleure précision.

Perspectives

- ❖ Amélioration de la paramétrisation de l'estimation de l'orbite du satellite bas.
- ❖ Etude de l'effet de l'ajout de Jason-2 sur l'estimation des positions des stations au sol.
- ❖ Définition d'une stratégie d'estimation des liens spatiaux.
- ❖ Dans le futur, la période d'étude devrait être étendue à une durée d'au moins 3 ans, afin d'évaluer les effets d'une telle solution sur l'estimation du géocentre et sur les vitesses des stations.
- ❖ Envisager l'étude des effets d'une constellation de satellites bas plus complète sur l'estimation des orbites GPS.



**Merci de votre
attention!**