



Calculs et Etude dans le système DORIS : « Modélisation du coefficient de pression de radiation solaire et stratégie de calcul du coefficient de frottement atmosphérique »

Marie-Line Gobinddass^(1,2) , Pascal Willis^(1,2)

(1) Institut Géographique National, France

(2) Institut de Physique du Globe de Paris, France



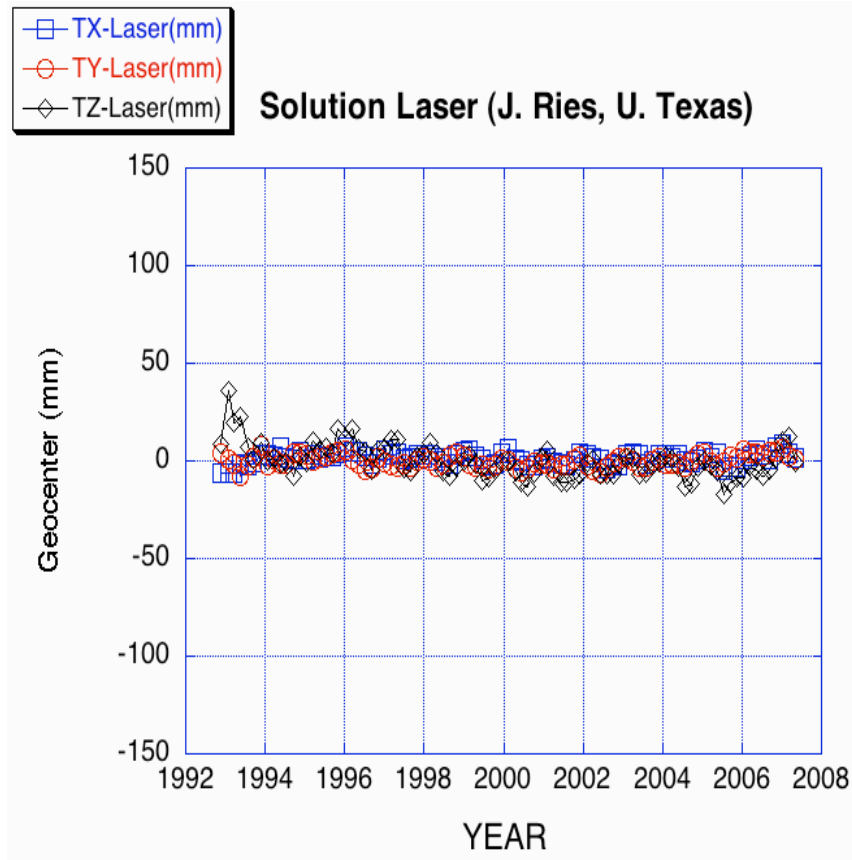
SPOT-5 satellite (source CNES)

SUMMARY

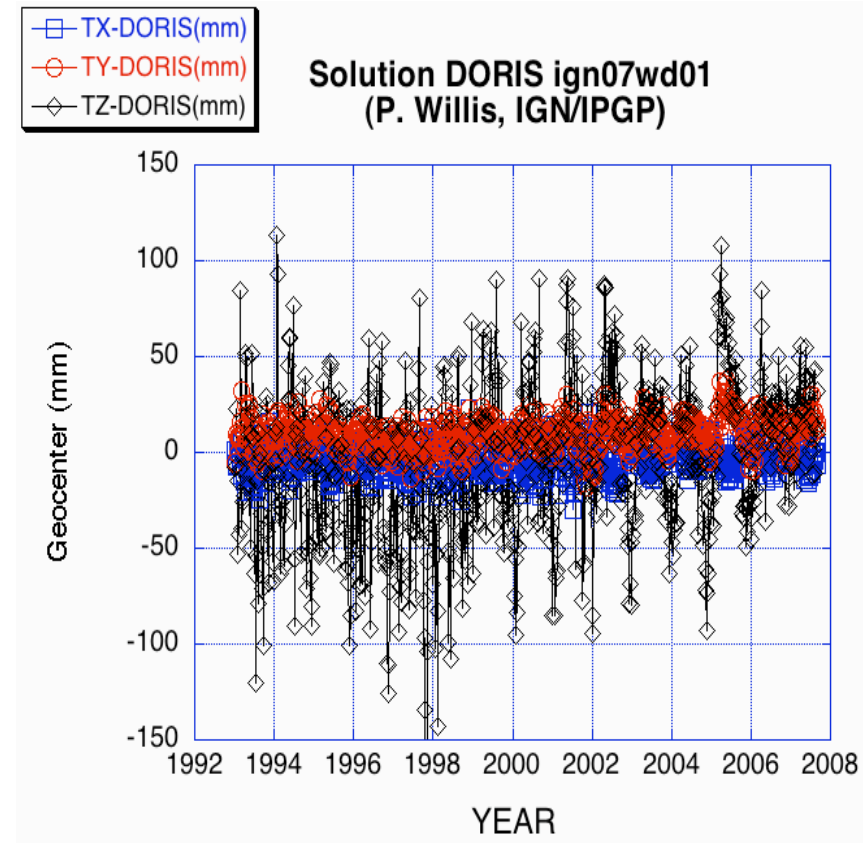
- Le système DORIS (background)
- Analyse des erreurs systématiques dans les séries actuelles du géocentre
- Comprendre les causes de ces erreurs
- Recherche d'une nouvelle méthode de calcul : coefficient de pression de radiation solaire et coefficient de frottement atmosphérique
- Validation des nouveaux résultats :

Conclusions

Erreurs systématiques dans les séries temporelles du géocentre



Laser/ U. Texas



DORIS/IGN - current IDS solution

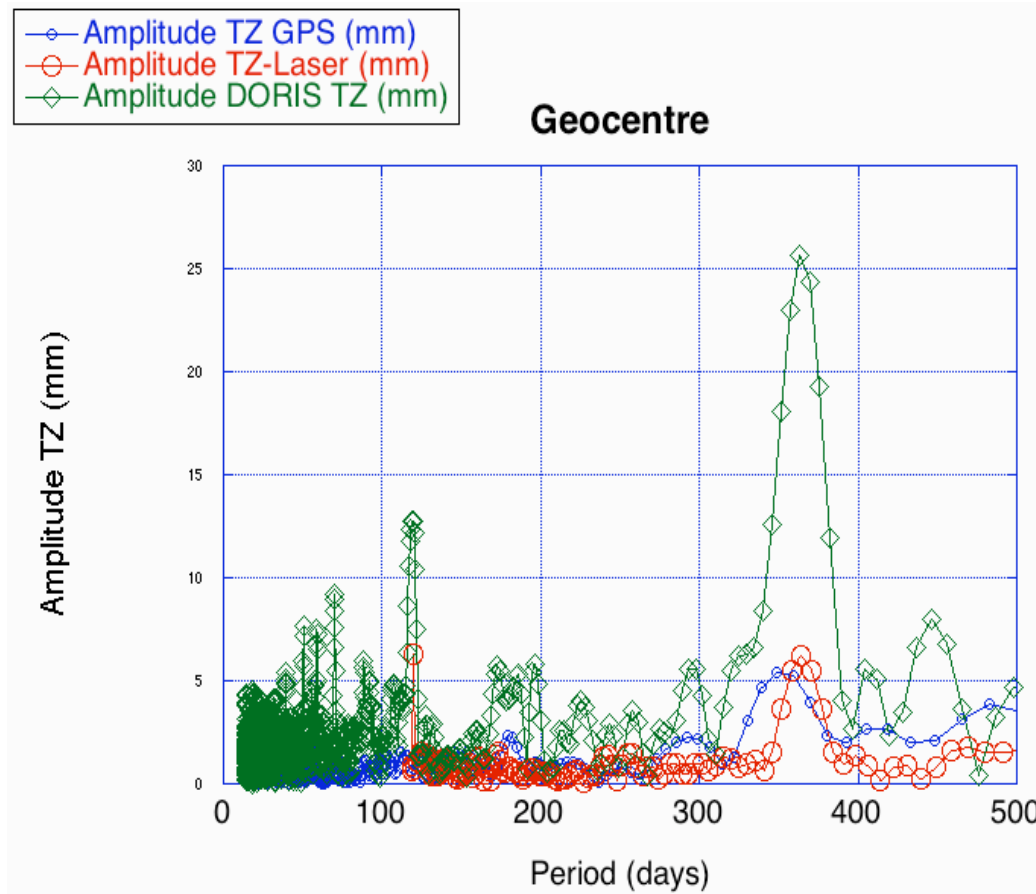
Pourquoi la composante TZ du géocentre DORIS est si bruitée ?

Possible causes :

- 1) Les mesures DORIS sont bruitées

- 2) Il existe des erreurs dans les calculs :
 - Les modèles utilisés ne sont pas assez précis
 - La stratégie d'estimation n'est pas optimale

Erreurs observées dans les séries temporelles du géocentre (Laser, GPS, DORIS), Analyse fréquentielle



Geophysics:
1 yr = \approx 5 mm

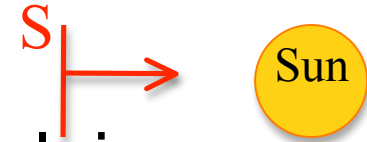
Laser/ U. Texas:
1 yr = 6 mm

GPS/ IGS (combined):
1 yr = 5 mm

DORIS/IGN
1 yr = 26 mm ???
118 days = 13 mm???

118 days = T/P draconitic period \rightarrow Pb related to Solar Radiation Pressure (SRP)

Méthode utilisée



- Acceleration de Pression de Radiation Solaire :

$$\gamma_{SRP}^{Estimated}(t) = CR(day) \cdot \gamma_{SRP}^{Model}(t)$$

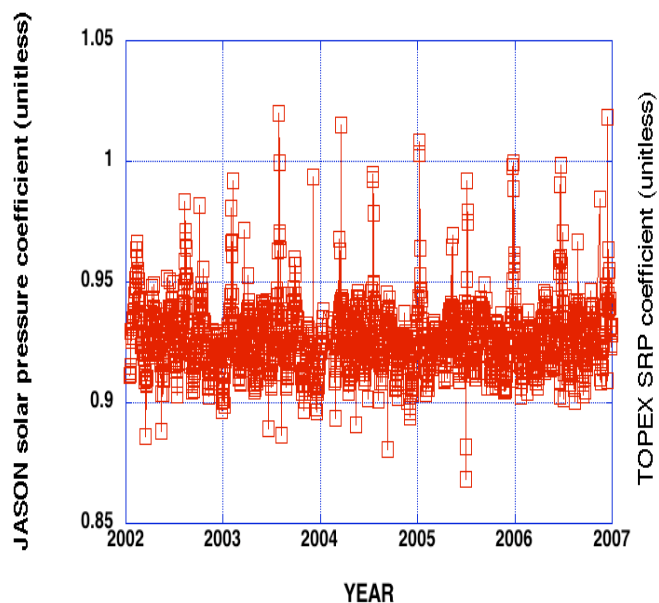
Modèles = - macro-model (box-wing)
- model dédié (ex. UCL)

- Données utilisées : **Toutes les données DORIS**,
162 millions de données
- Paramètres estimées :
 - Coefficient SRP = CR (1/day)
 - Positions des stations
- Paramètres fixées : (pour éviter toute corrélation)
 - 1/rev accelerations = 0 (orbite dynamique)

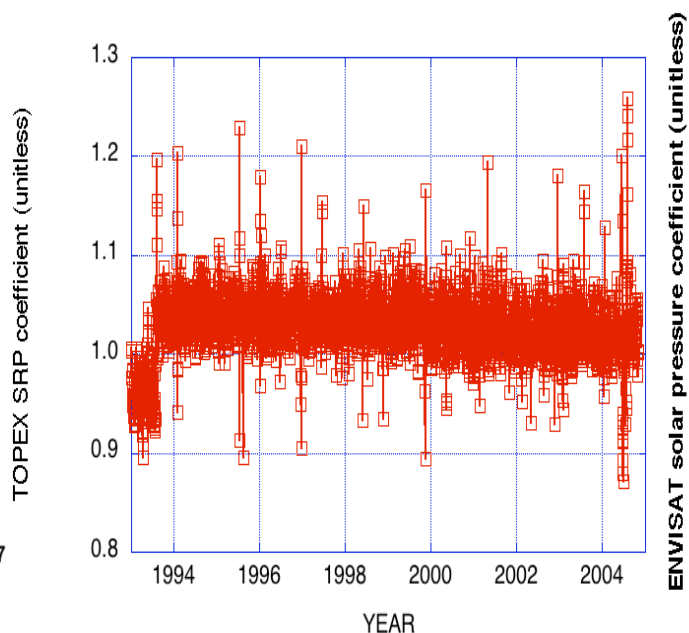
Estimation journalière des coefficients de pression de radiation solaire

Estimated parameter (1/day) = station position + SRP coefficient
Fixed parameter = 1/rev empirical accelerations = 0

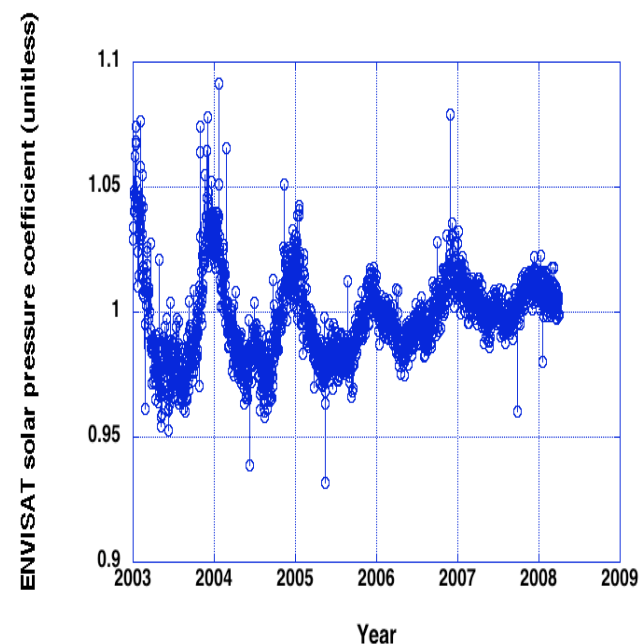
JASON



TOPEX



ENVISAT

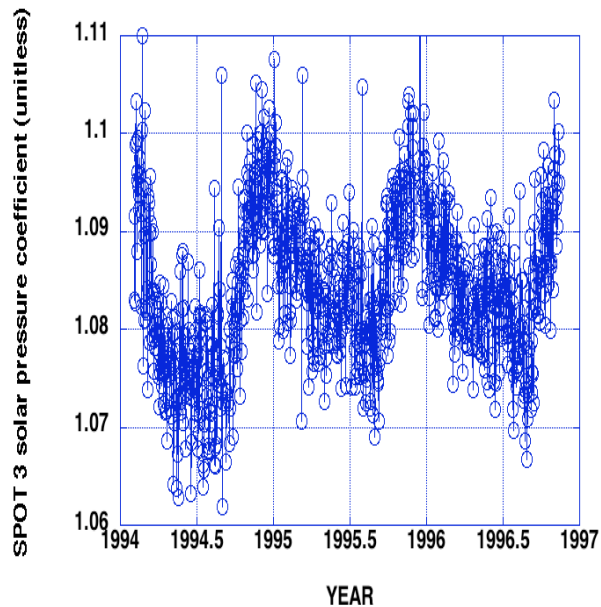


T/P break observed on July 27, 1993
change in receiver (chained vs
unchained mode). Why?

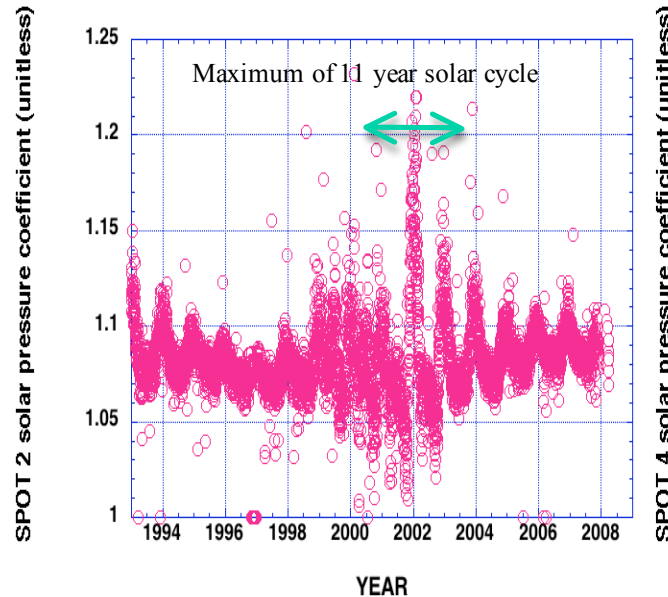
Estimation journalière des coefficients de pression de radiation solaire

Estimated parameter (1/day) = station position + SRP coefficient
Fixed parameter = 1/rev empirical accelerations = 0

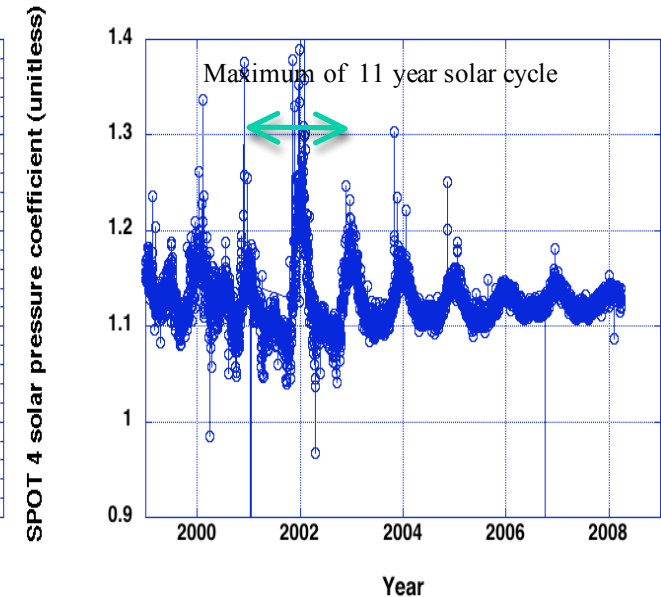
SPOT-3



SPOT-2



SPOT-4



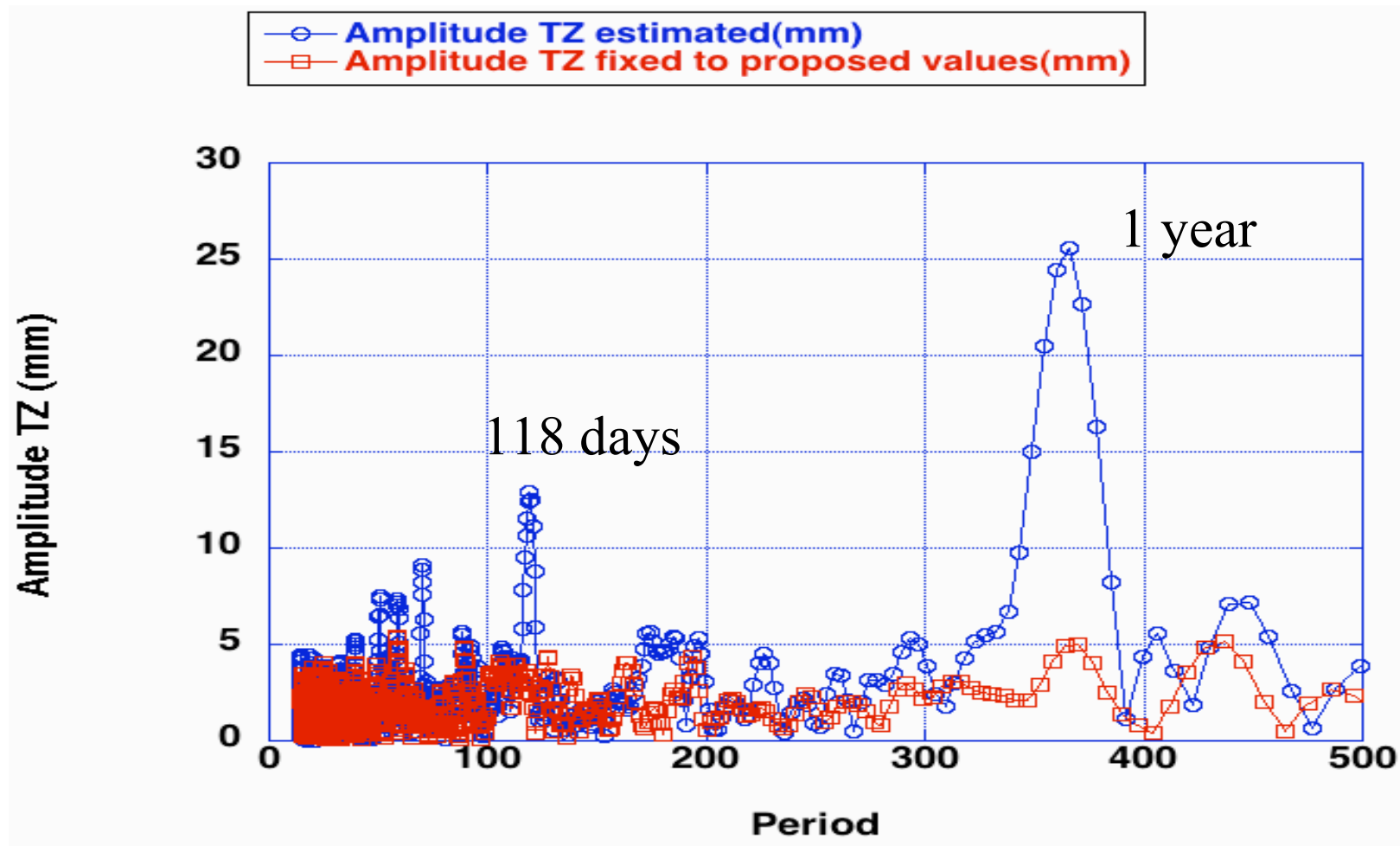
Proposition de coefficient SRP faite à l'IDS, adoptée le 6 Juin 2008

SATELLITE	Mean SRP	A priori SRP model	COMMENTS
TOPEX	1.03 ± 0.01	macro-model	0.96 (< 23JUL-1993) 0.97=GPS value (1993 data)
ENVISAT	1.02 ± 0.02	macro-model	
JASON	0.92 ± 0.01	macro-model	
SPOT-2	1.08 ± 0.03	macro-model	
SPOT-3	1.08 ± 0.01	macro-model	
SPOT-4	1.13 ± 0.05	macro-model	
SPOT-5	1.03 ± 0.01	macro-model	0.83 (> 14-JAN-2008) Solar panel re-orientation

Validate new results (estimating 1 daily CR vs fixing to mean CR)

1. TZ-geocenter
2. Station coordinates
(Terre Adelie, Antarctica)

TZ-Geocenter (multi-satellite DORIS solution) Estimating vs fixing daily SRP



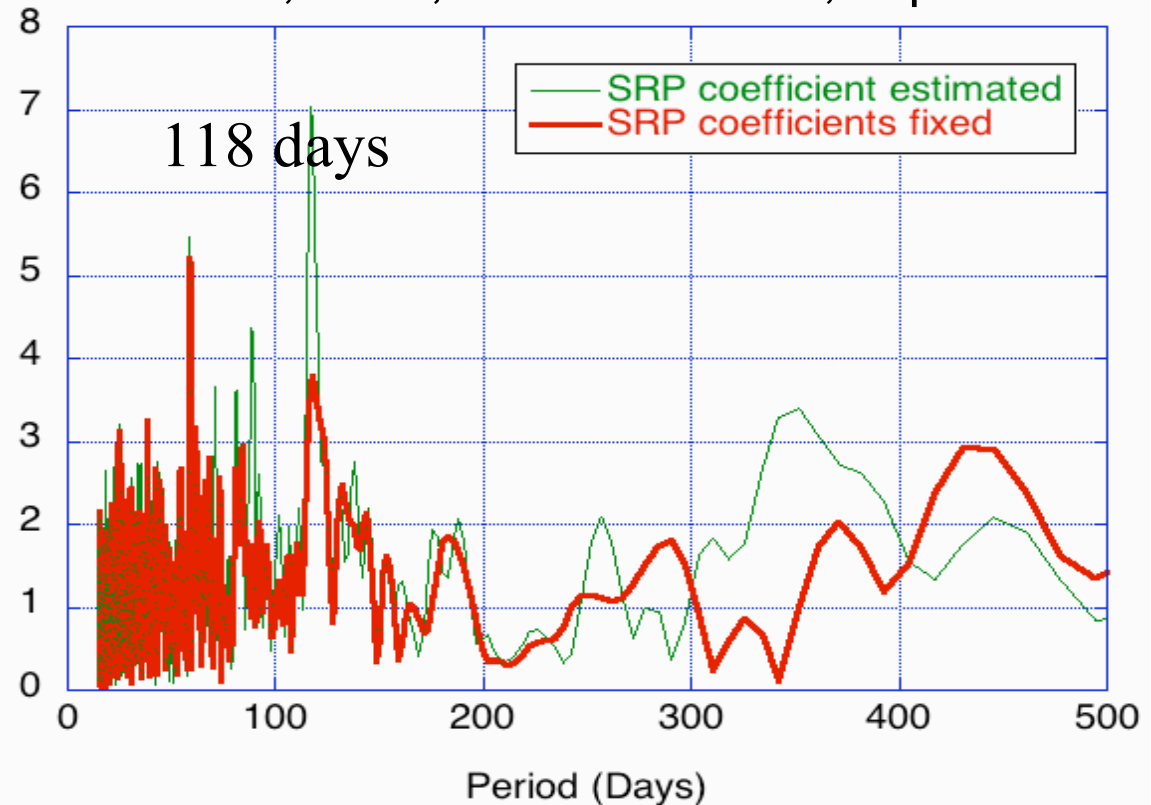
Station height time series

Terre Adélie, Antarctica (high-latitude)

118-day Problem detected before : Williams and Willis, 2006; Le Bail and al, 2006; Feissel-Vernier and al., 2007; Almavict and al; in press



Terre Adélie (ADEA) - Vertical (mm)



Gobinddass et al., J Geod, submitted

Cas du frottement atmosphérique

- Estimation du coefficient de frottement atmosphérique
DORIS : cas de SPOT2

$$\gamma_{Drag} = \mathbf{CR}(t) \cdot \left(\frac{1}{2m} C V_{sat} \cdot \rho_{atmos} \cdot V^2 \right)$$

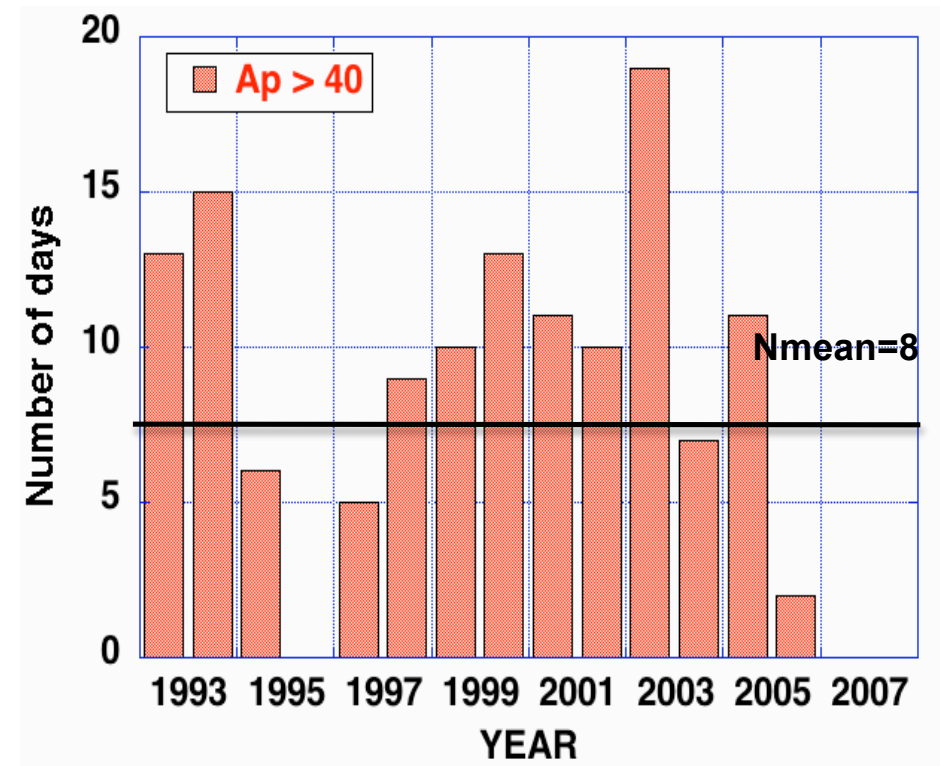
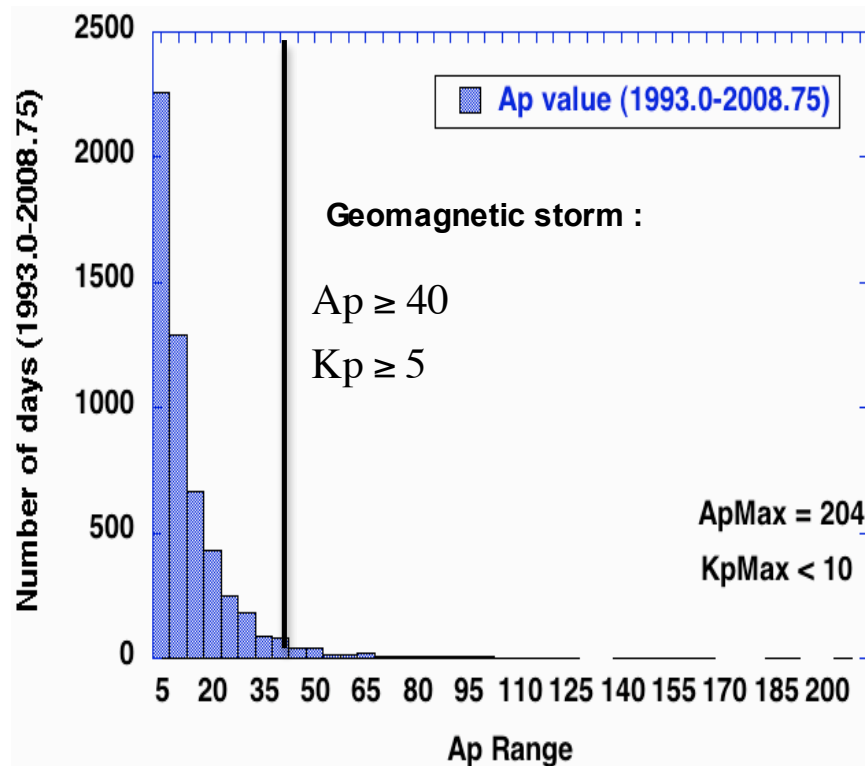
CR = heavyside function (time interval)

ρ_{atmos} = atm. density =DTM 94

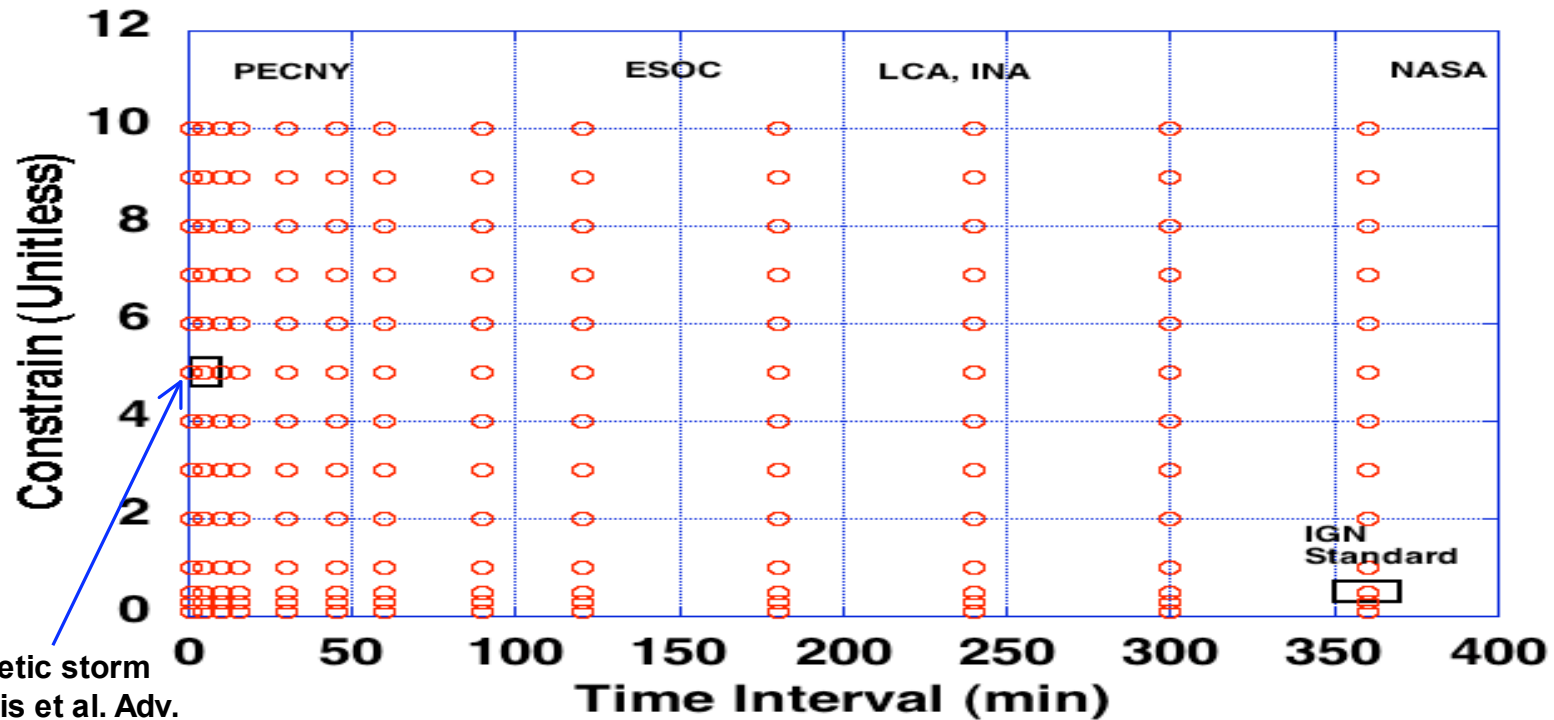
- Modélisation du coefficient de frottement

Analysis center	ITRF 2005 Regular week	ITRF 2005 Geomagnetic storm week	ITRF 2008
ESOC	-	-	2.4hr
GEOSCIENCE AUSTRALIA	-	-	-
IGN	6hr	1 minute with time constrain P. Willis et al. 2005	? (this study)
INASAN	-	-	4hr
LCA	4hr	4hr	4hr
NASA/GSFC	-	-	8hr
PECNY	-	-	15 min

Geomagnetic storm affecting DORIS data (1993.0- 2008.75)



Methode descriptive

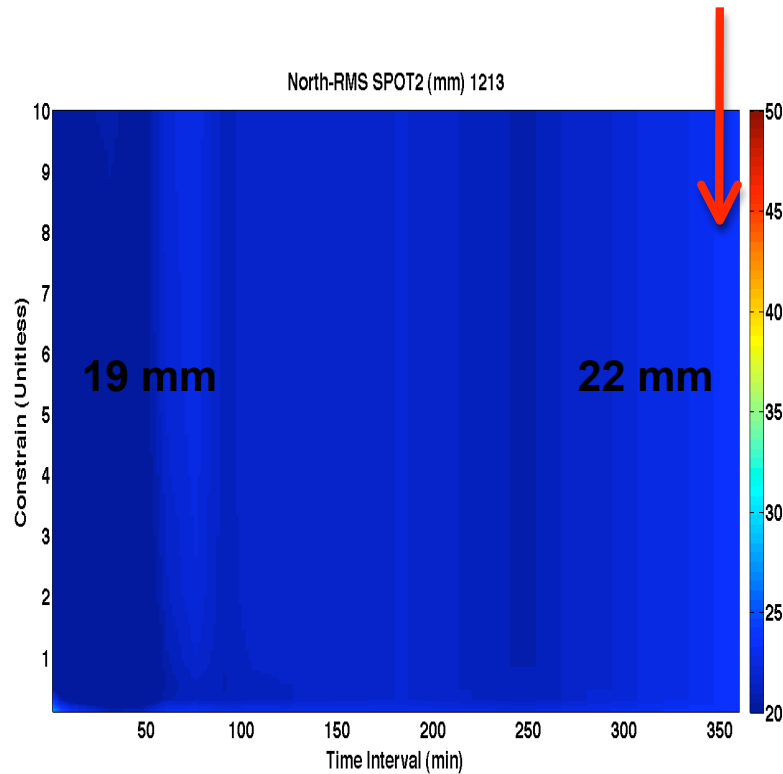


Geomagnetic storm
study Willis et al. Adv.
2005

- 1) Single satellite tests : very fast, test a large number of strategies above for a few weeks (4) in 2003
- 2) Multi satellite tests : slow, test 3 strategies for 2 complete year (1993 + 2003)

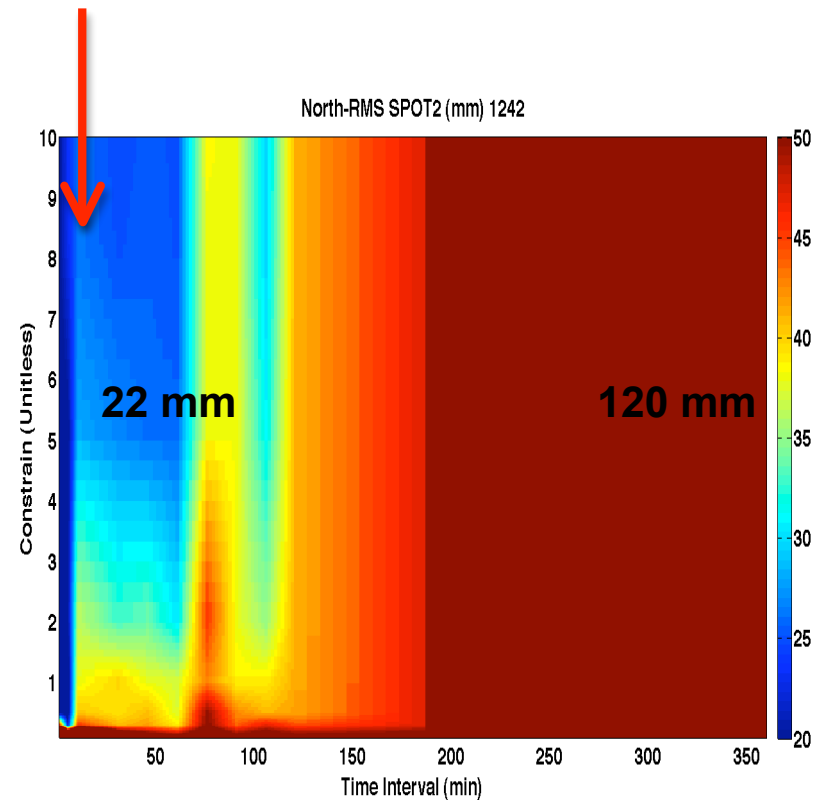
Weekly North RMS (toward ign07d02) SPOT2

IGN process for ITRF2005



Week #1213 : Regular week 6-12 April 2003

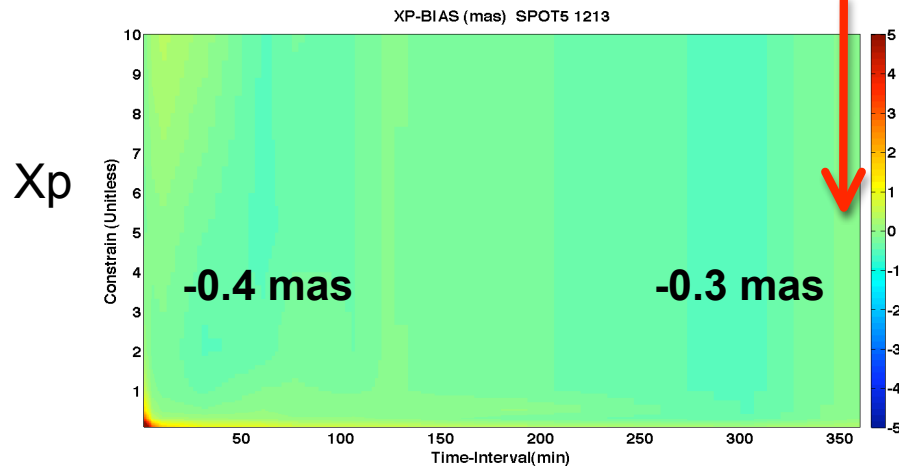
IGN process for ITRF2005



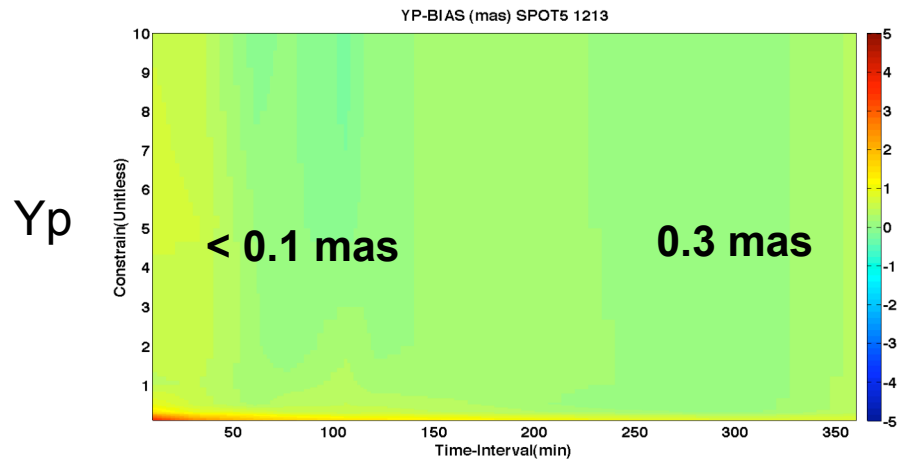
Week #1242 : Halloween
Geomagnetic storm 26 Oct – 01 Nov 2003

Daily Pole / bias vs GPS (SPOT5)

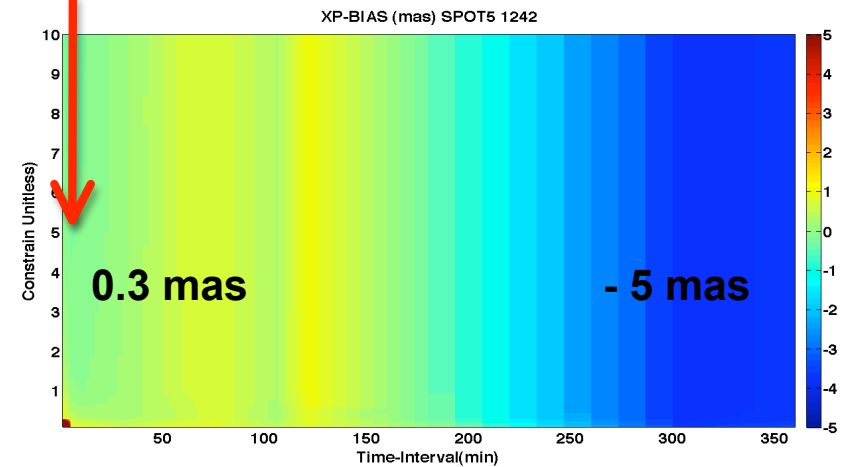
IGN process for ITRF2005



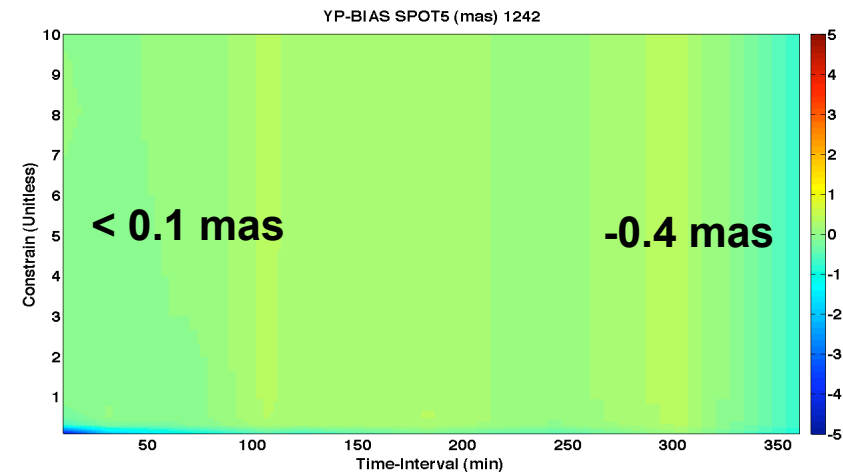
Week #1213 : regular week
6-12 April 2003



IGN process for ITRF2005



Week #1242 : Halloween Geomagnetic storm
26 Oct – 01 Nov 2003

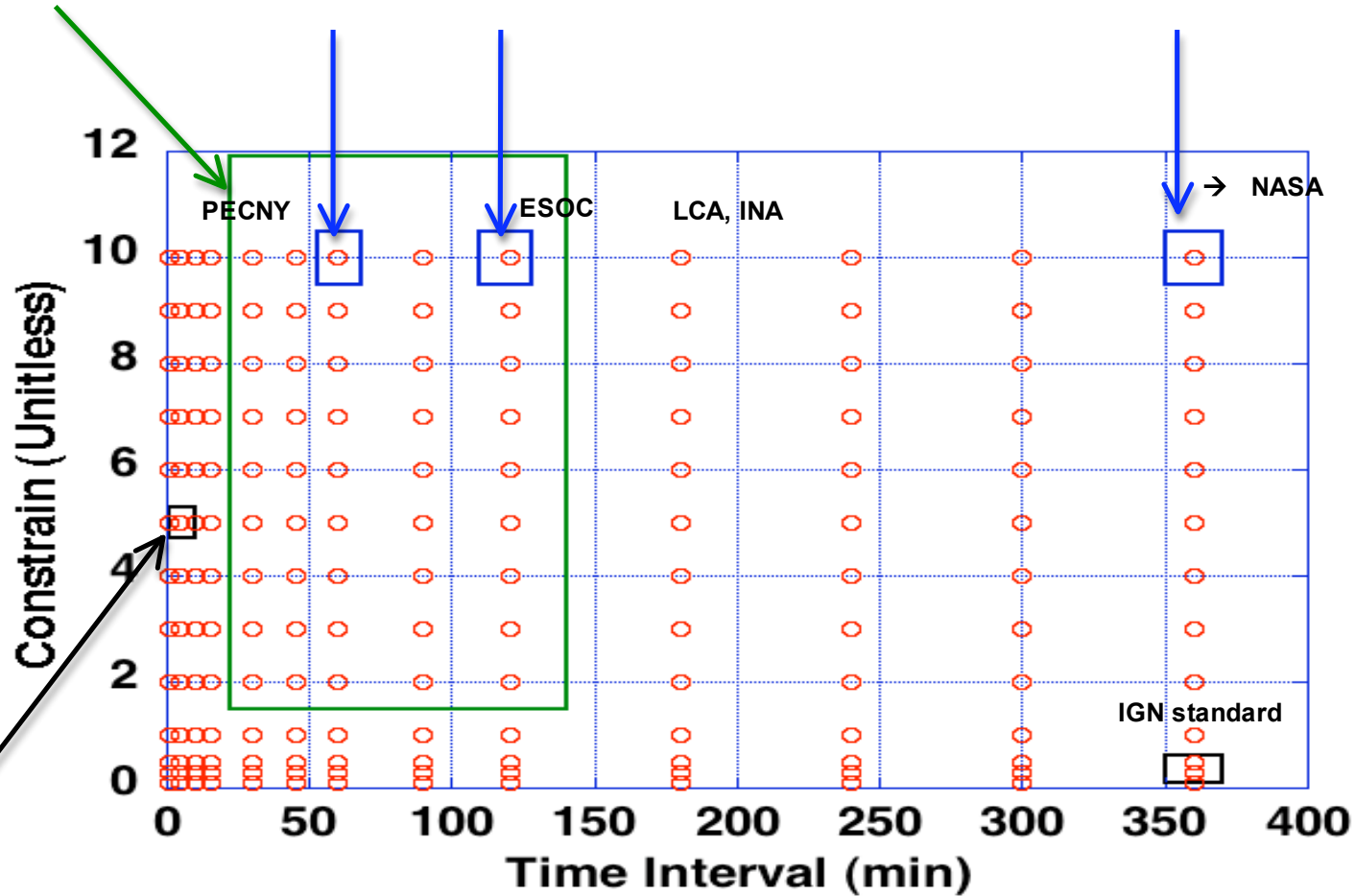


Existe t'il une stratégie optimale de calcul?

Improved data processing
(from single-satellite analysis)

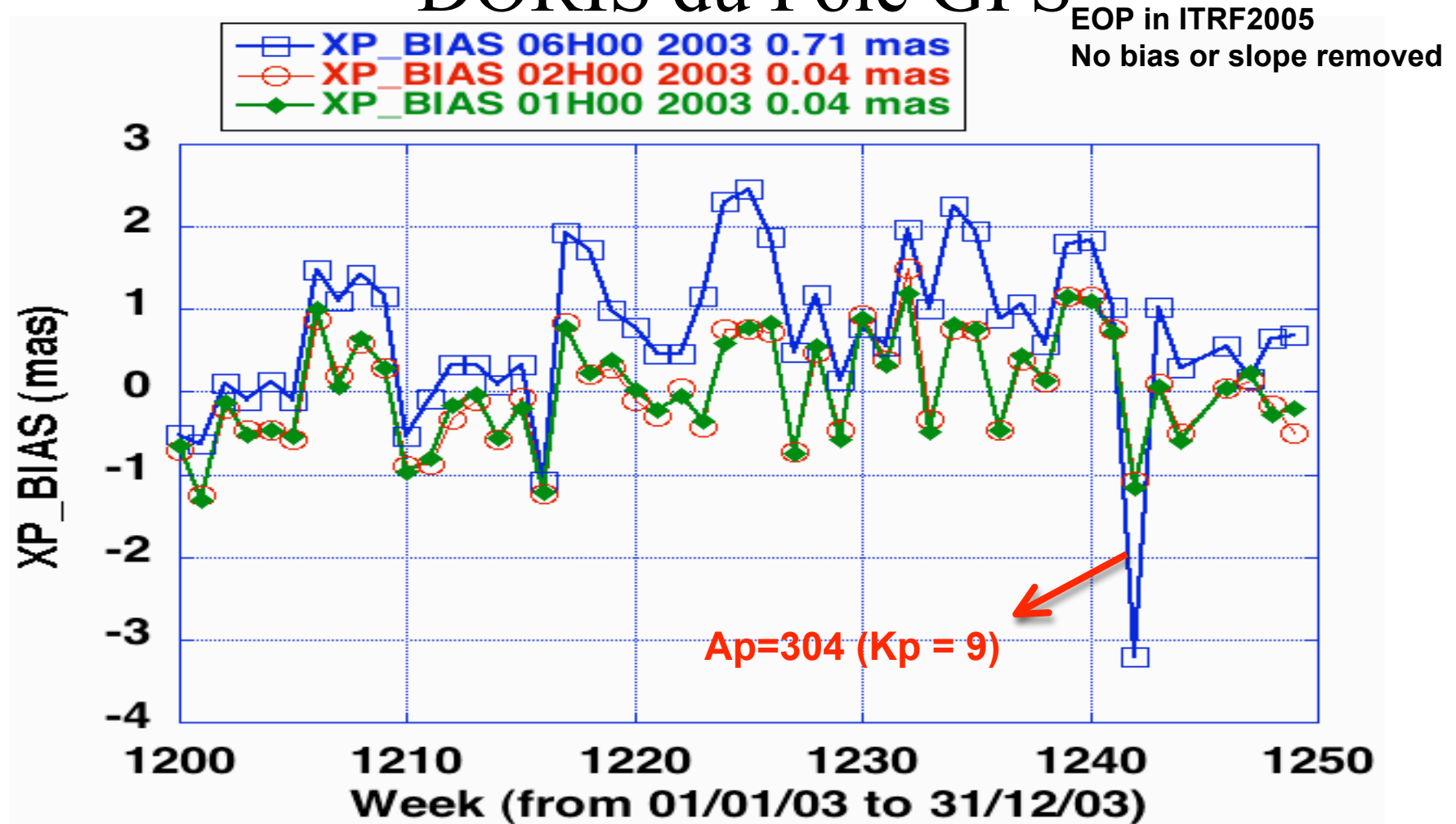
Proposed strategies (1hr, 2hr)

Standard (6hr) ITRF2005



Geomagnetic
storm study
Willis et al. Adv.
2005

Résultats issus du calcul Multi-satellite par rapport aux résultats DORIS du Pôle GPS



CONCLUSIONS

- Les erreurs systématiques dans la série DORIS du géocentre (118 jours +1 an) sont liées à la modélisation **de la pression de radiation solaire**
- Réviser les macro-modèles pourrait être une solution
- Dans les nouveaux résultats nous observons :
 - pour TZ-geocentre : les artéfacts periodiques disparaissent
 - le signal erroné à la période de 118 à Terre Adélie disparaît

Estimer le coefficient de frottement atmosphérique DORIS plus fréquemment fournit de meilleurs résultats more (30 min – 2hrs). Nouvelle stratégie pour l'ITRF2008 = 1hr.

Les implications pour le calcul DORIS de l'ITRF2008

- plus opérationnel (seulement une seule stratégie d'analyse)
- amélioration des positions de station durant les tempêtes d'orage

géomagnétique

- amélioration des séries temporelles du mouvement du pôle pour **toutes les périodes**

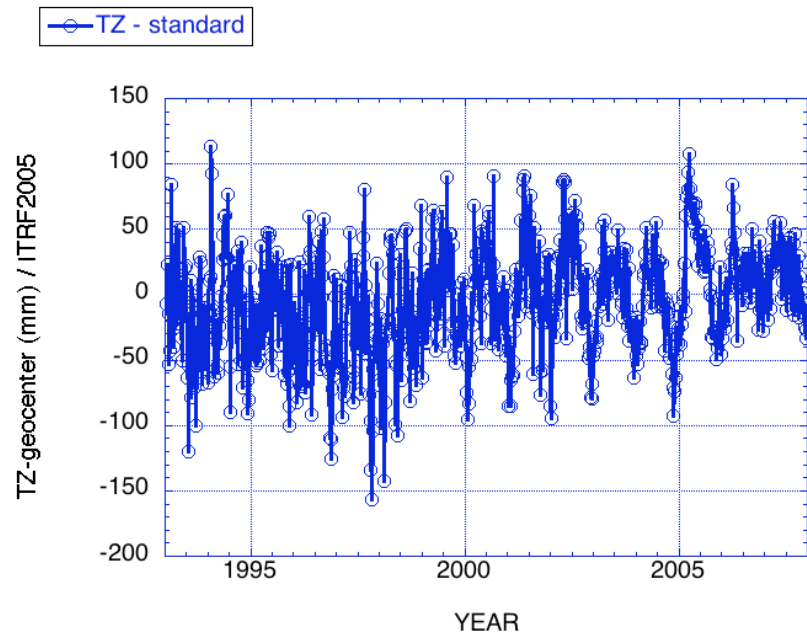
Nouveau calcul DORIS terminée le 24 Décembre 2008

Seminaire, 5 Janvier 2009

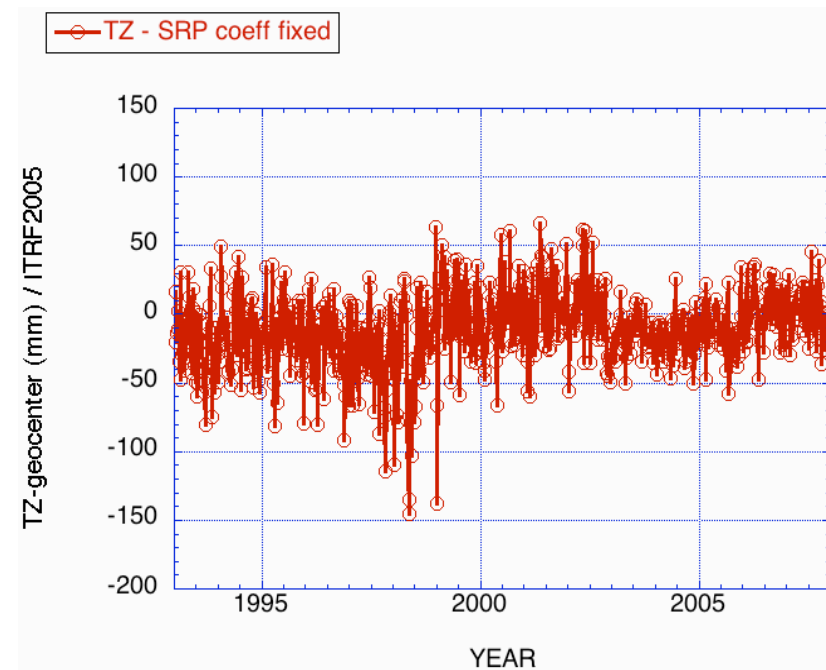
DORIS TZ-Geocenter

Current IGN/JPL solution
(1 daily estimated SRP coeff.)

Our new solution
(SRP coeff. fixed to mean value)



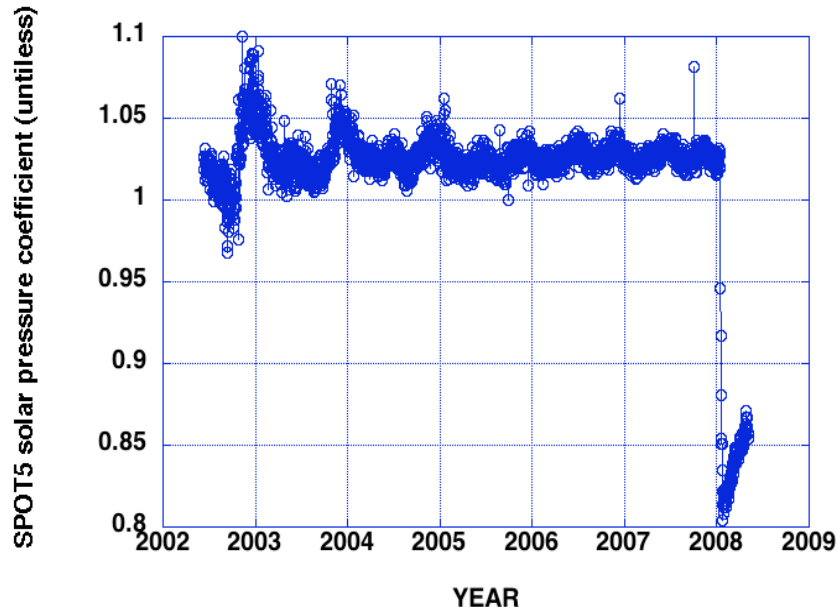
RMS = 41.4 mm



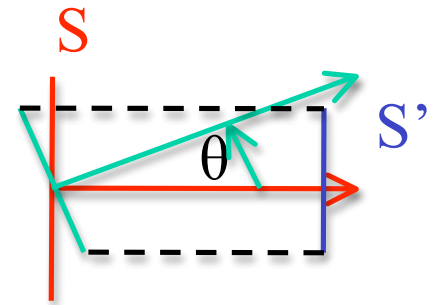
RMS = 29.7 mm

(no geophysical model removed)

Solar Radiation Pressure coefficient : SPOT-5 satellite



**SPOT 5 break observed around
January 14, 2008
Solar panel re-oriented by CNES**



$$CR' \cdot S = CR \cdot S'$$

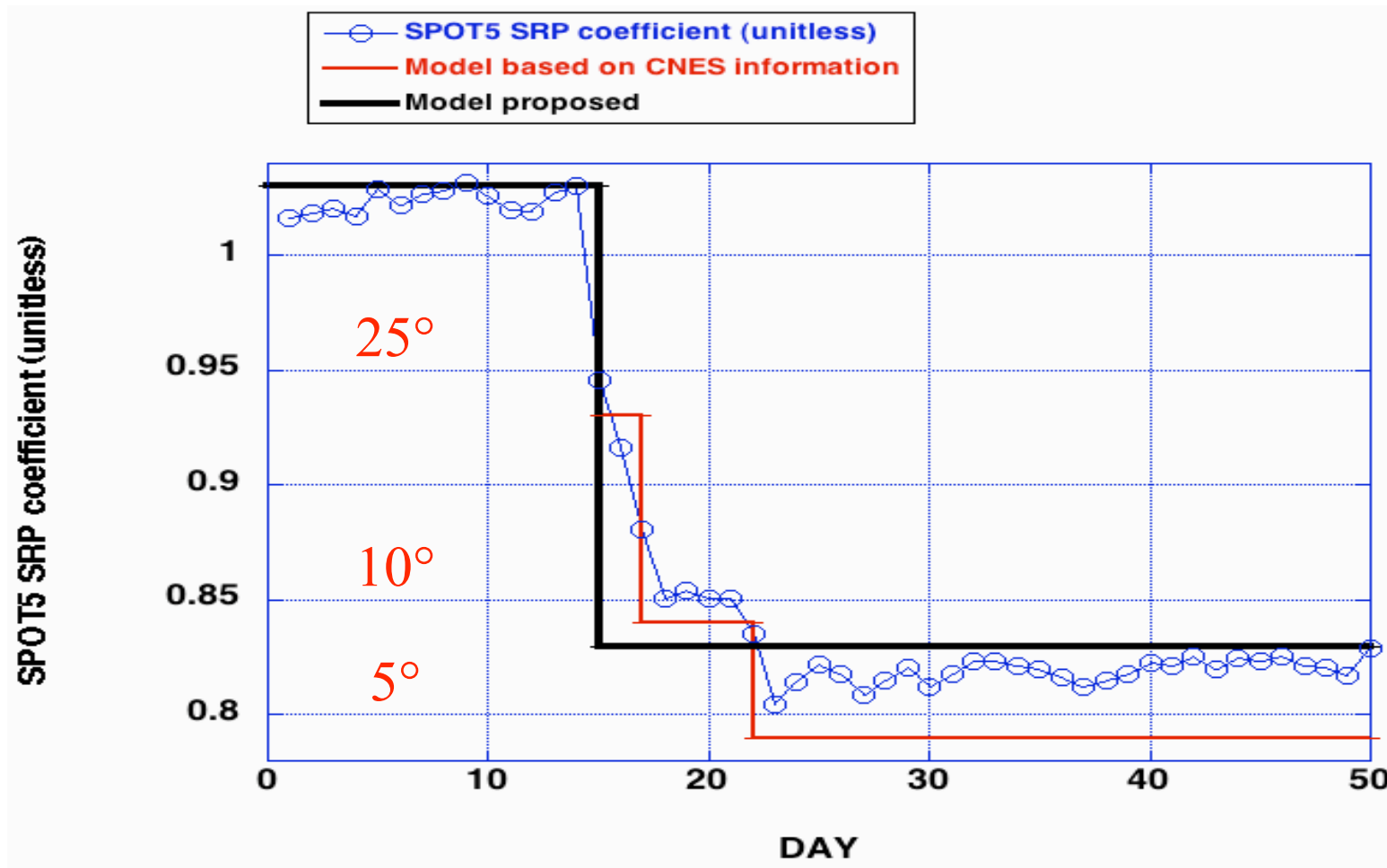
$$S' = S \cdot \cos(\theta)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{S'}{S}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{CR'}{CR}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{0.83}{1.03}\right)$$

$$\theta \sim 36.5^\circ \pm 1^\circ \text{ (estimated)}$$

$$\text{CNES value} = 25^\circ + 10^\circ + 5^\circ = 40^\circ$$

Re-orientation of : SPOT-5 solar panel

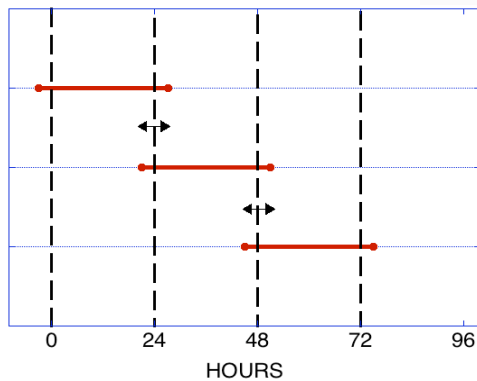


Seminaire, 5 Janvier 2009

Validation for Precise Orbit Determination



Orbit overlaps
Every minute / 6 hours



Radial overlap (m)

