



# Les calculs du RGP : clusterisation et parallélisation

Jacques Beilin  
Institut Géographique National  
Service de Géodésie et de Nivellement  
2, 4 Avenue Pasteur  
94165 Saint-Mandé  
[jacques.beilin@ign.fr](mailto:jacques.beilin@ign.fr)



# Rôle des calculs au RGP

- Contrôle qualité des données
- Stabilité des stations
- Modèles ionosphériques
- Délais troposphériques zénithaux
  - Participation à E-GVAP (Cost 716)
  - Convention Météo France - IGN
- Participation à EUREF



# Types de calculs réalisés

- Calculs horaires
  - produits « atmosphériques »
- Calculs journaliers
  - coordonnées
  - stabilité à court terme
- Solutions hebdomadaires
  - séries temporelles et évolution à long terme

# Calculs horaires

- Contrôle qualité
- Produits météorologiques
  - Délais troposphériques zénithaux
  - Modèles ionosphériques
- Contraintes de durée et de délai.  
Calculs en un seul bloc rendus impossibles de par l'augmentation du nombre des stations.



# Calculs journaliers

- Contrôle qualité pour réseaux non inclus dans calculs horaires (longues lignes de base)
- Stabilité à court terme
- Calcul réalisé à courte échéance (orbites rapides)

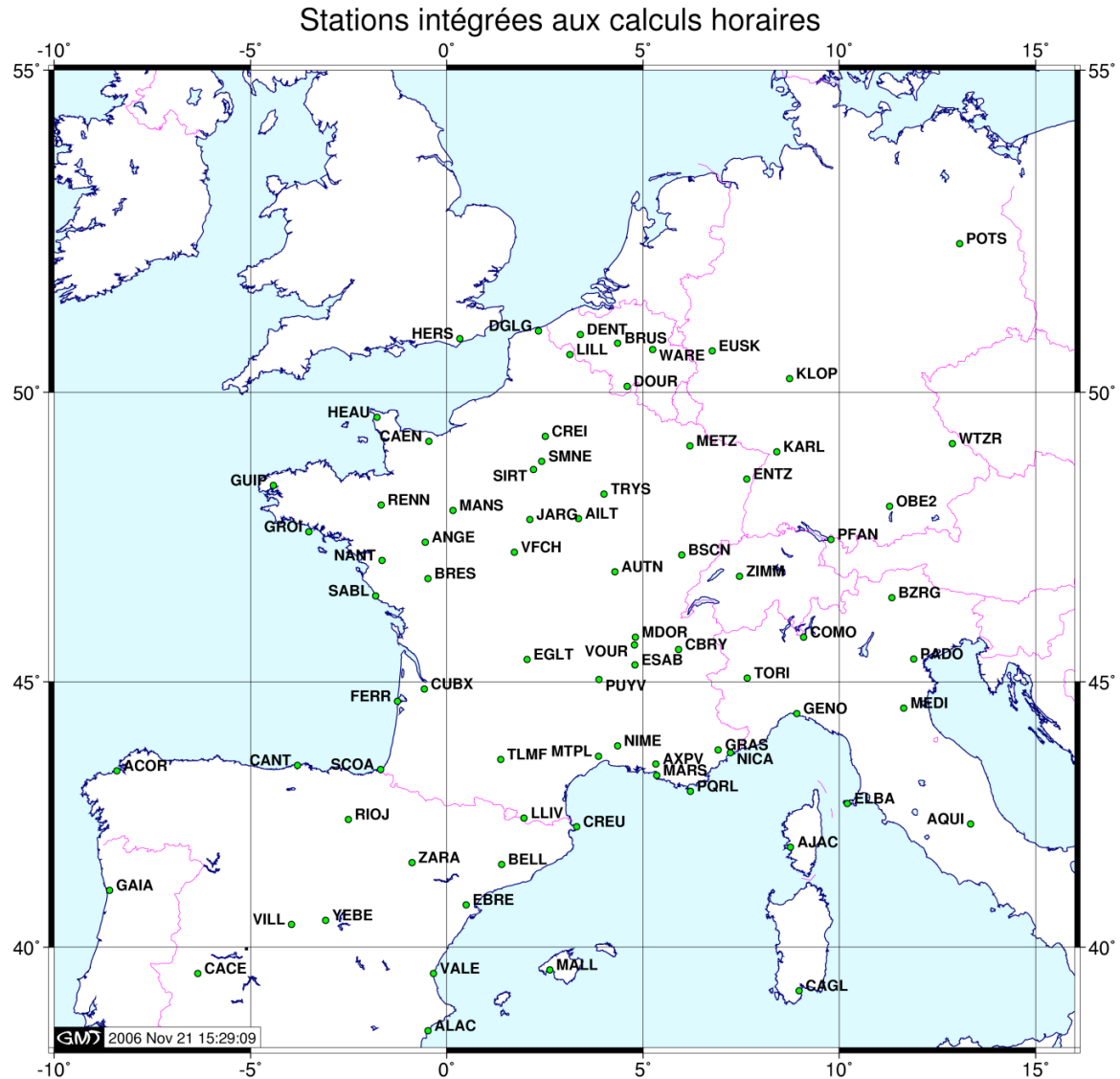


# Solutions hebdomadaires

- Centre local d'analyse EUREF
- Combinaisons hebdomadaires de calculs journaliers
- Orbites précises
- Combinaisons dans CATREF des Sinex hebdomadaires
  - Séries temporelles depuis 1998
- Mise en référence ETRS89

# Réseau calculé

- RGP
- EUREF et IGS





# Contexte actuel des calculs

- Migration des calculs
  - Bernese GPS Software 4.2 non clusterisé
  - BSW 4.2 en clusters
  - BSW 5.0 en clusters
- Prise en compte des nouvelles procédures de calcul
  - Passage ITRF 2000 à ITRF 2005
  - Antennes absolues
  - Modèle troposphérique a priori
  - Surcharge océanique Fes 2004

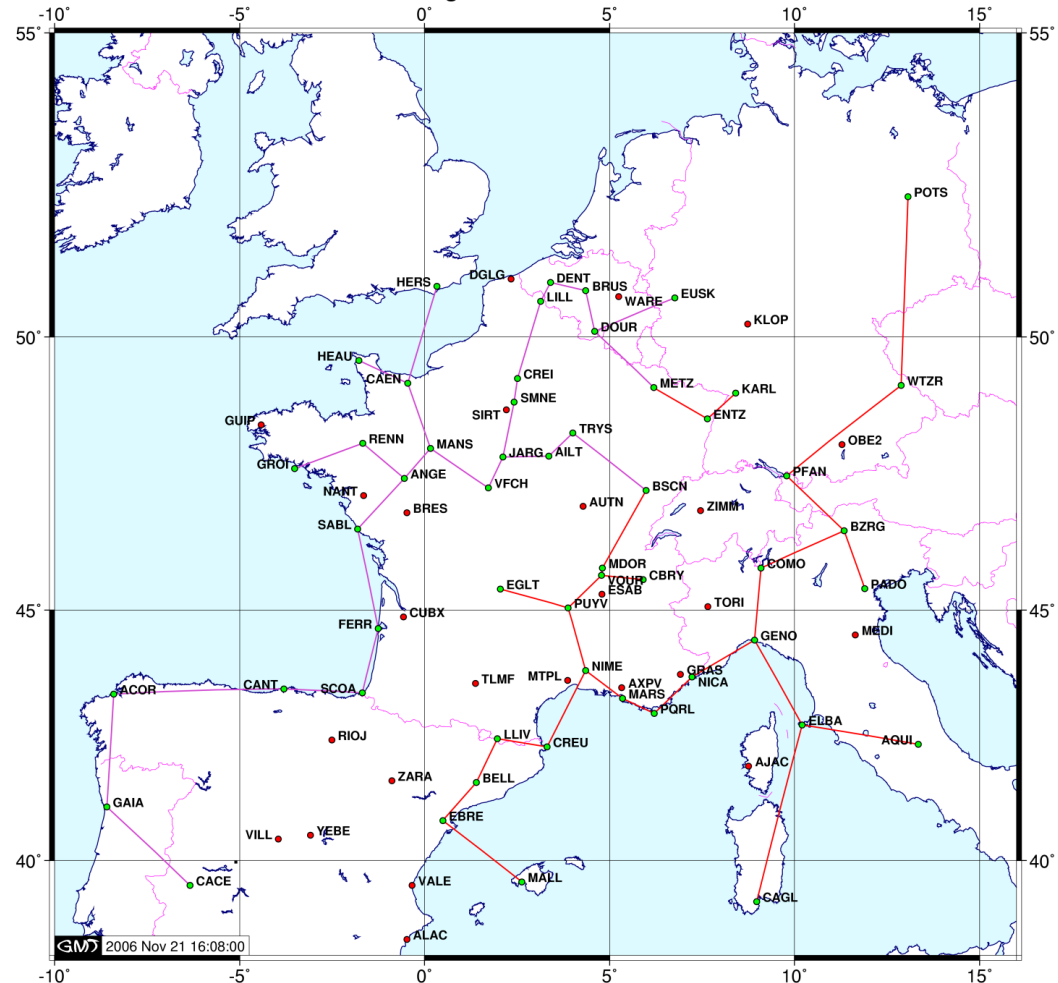


# Contraintes pesant sur les calculs

- Contexte du passage de 60 stations à environ 200
- Nécessité des clusters : contraintes de durée des calculs
  - Début des calculs à  $t + 30$  min (rapatriement des données)
  - Livraison à  $t + 60$  min pour les produits météo
  - Calculs à l'origine sur des sessions de 3 heures glissantes, actuellement 4 heures

# Formation des clusters

- Formation des lignes de base
  - Stratégie SHORTEST
- Formation des clusters
  - Actuellement, sélection automatique par le programme



# Processus de calcul (1)

- Estimation d'un modèle ionosphérique
  - Combinaison « Geometry free »  $L_4 = L_1 - L_2$
- Estimation d'un ZTD par station (par cluster)
  - Combinaison « iono free »  $L_3 = \frac{1}{f_1^2 - f_2^2} (f_1^2 L_1 - f_2^2 L_2)$
  - Prise en compte de toutes les corrélations
  - Coordonnées contraintes
  - Calcul à partir d'un modèle a priori (Dry-Niell)

## Processus de calcul (2)

- Fixation des ambiguïtés (par cluster)
  - Introduction du modèle ionosphérique
  - Introduction des ZTD estimés
  - Estimation sur L1 et L2
  - Calcul base par base
  - Point origine de chaque base fixé

## Processus de calcul (3)

- Estimation d'un nouveau ZTD par station (par cluster)
  - Introduction des ambiguïtés calculées auparavant
  - Combinaison L3
  - Prise en compte de toutes les corrélations
- Estimation de ZTD et coordonnées (par cluster)
  - Introduction des ambiguïtés calculées auparavant
  - Combinaison L3
  - Prise en compte de toutes les corrélations

## Processus de calcul (4)

- Sommation des équations normales sur chacun des deux derniers processus
  - Coordonnées fixées sur la solution ZTD
  - Un point contraint pour la solution ZTD + coordonnées estimées
- Mise en référence
  - ITRF 2005 à l'époque du calcul
  - RGF93

# Architecture matérielle et logicielle

- Contrainte matérielle : utilisation de PC courants
- Architecture précédente (BSW 4.2) : gestion par l'utilisateur des communications et requêtes entre les machines
- BSW 5.0 : parallélisation intégrée
  - un serveur et n clients gérés par le BPE
  - parallélisme : utilisation de ssh

# Architecture matérielle et logicielle (2)

- BPE conçu pour réaliser des calculs parallèles sur des serveurs de calculs multi-processeurs
  - Adaptation pour paralléliser sur des PC indépendants
  - 2 options possibles :
    - Installation de type « ferme de calcul »
    - Parallélisation manuelle via le PCF
- Processus complet intégré au BPE

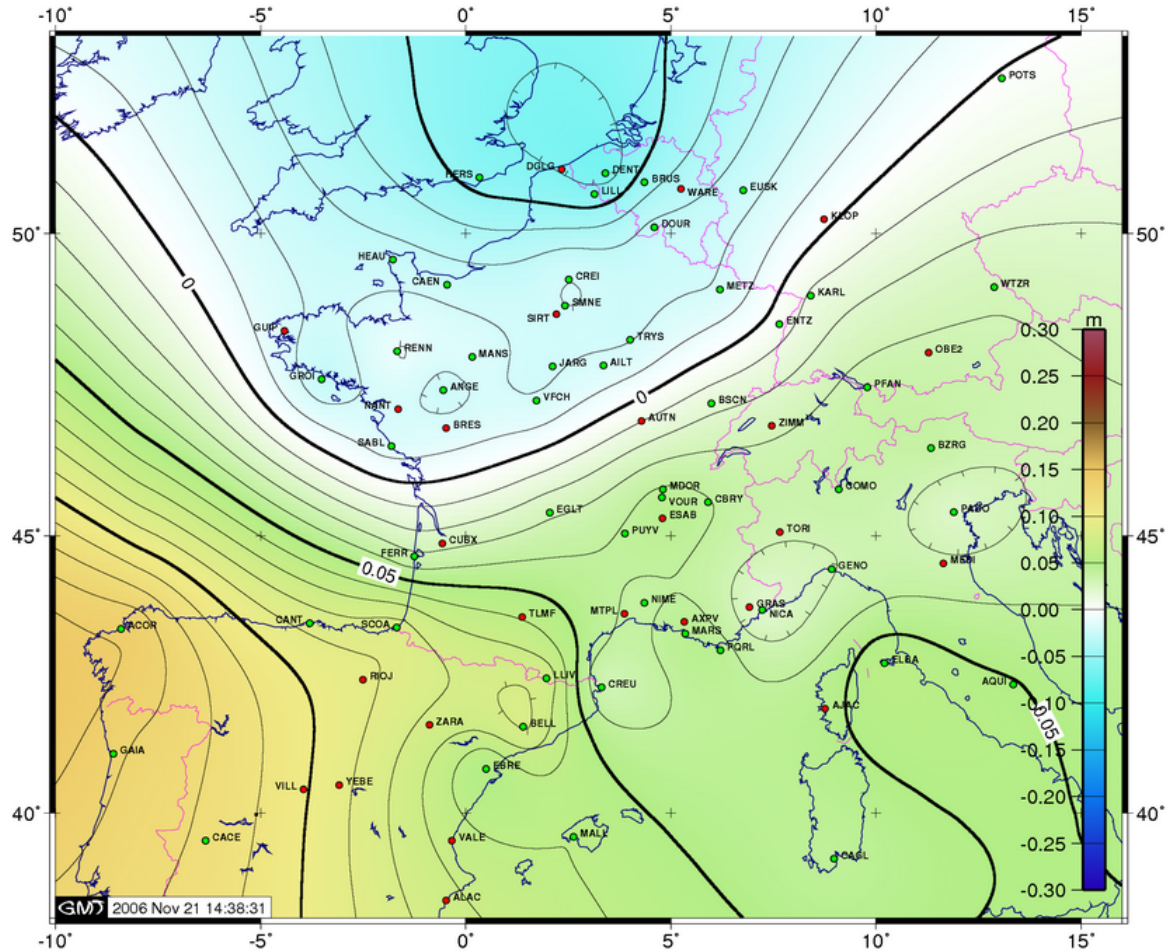


# Produits

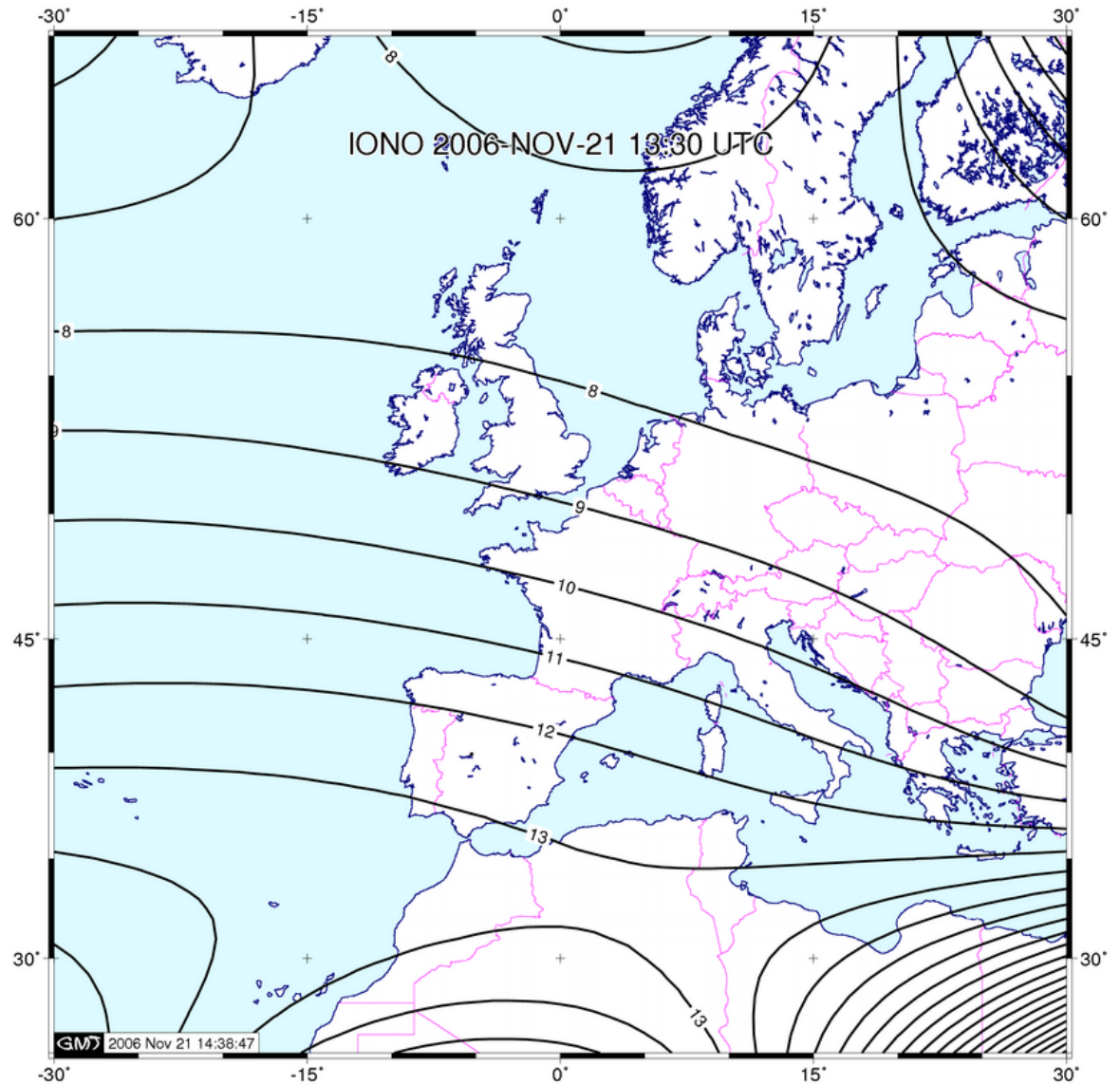
- Produits numériques
  - ZTD (fichiers COST et Sinex tropo)
  - modèles ionosphériques (polynômes)
  - Coordonnées
- Produits graphiques
  - Cartes d'écarts de ZTD (/ Saastamoinen)
  - Cartes ionosphériques
  - Cartes de résidus des mises en références

# Carte de l'écart au modèle Saastamoinen

ZTD 2006-NOV-21 13:30 UTC

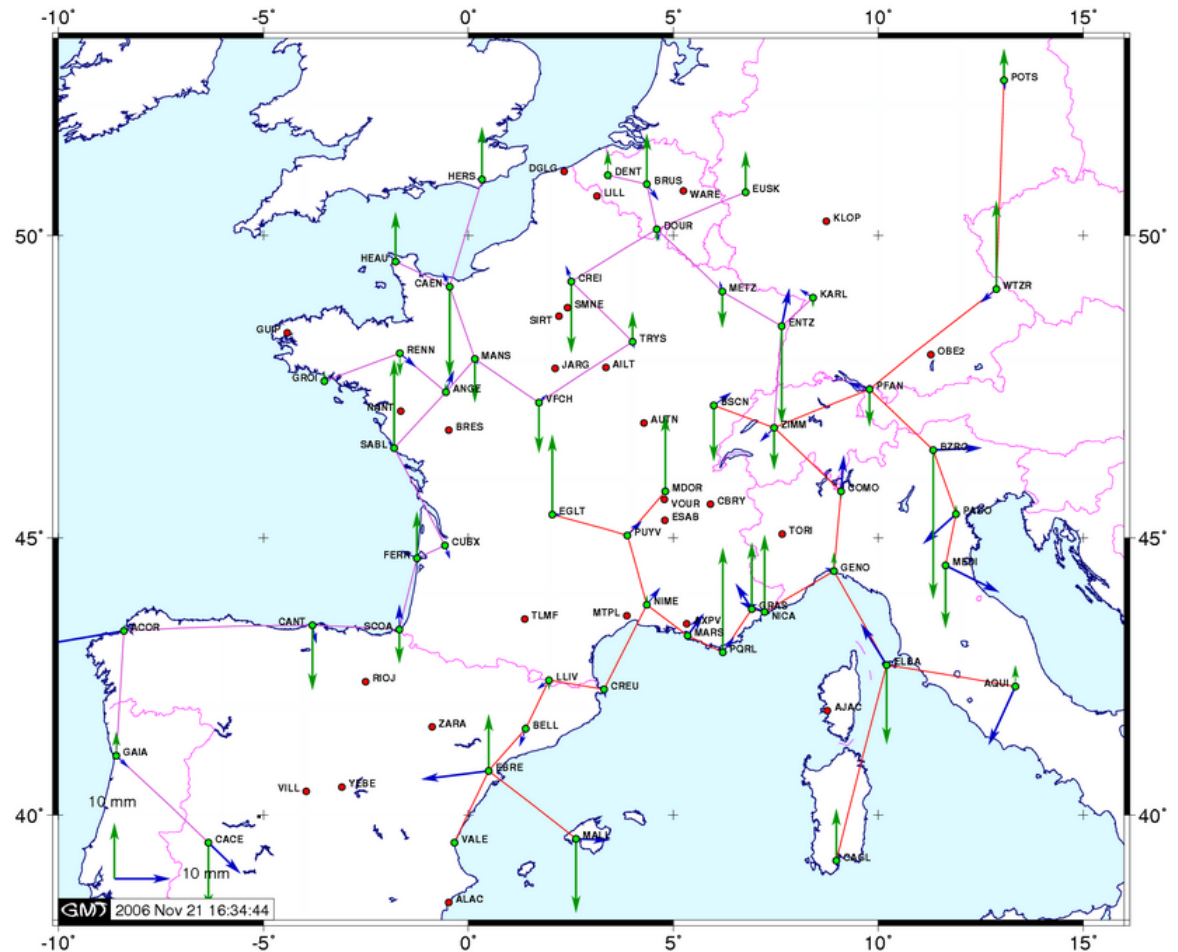


## Carte iono



# Résidus de la mise en référence sur les coordonnées ITRF 2005

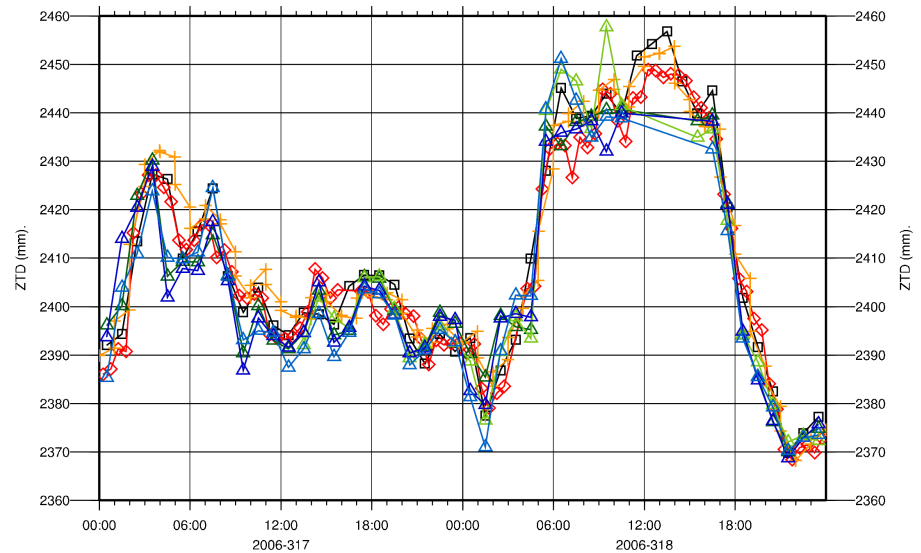
2006-325-P - résidus du Helmert sur les coordonnées ITRF 2005



# Résultats

- Pas d'effet négatif manifeste de la clusterisation. Validation par calcul d'un même jeu en 1 seul bloc puis en 3 clusters.
- ZTD un peu bruités

BRUS 2006/317-a -> 2006/318-x



# Perspectives et évolutions

- Amélioration du paramétrage
  - Comparaison de la solution ZTD seuls avec la solution ZTD + coordonnées
- Allongement des sessions des calculs horaires
- Problème lié à la densité des stations :  
précision des ZTD estimés avec des stations peut-être « trop » proches
  - Passage à un calcul en sous-réseaux

## Perspectives et évolutions (2)

- Publication via le site internet du RGP de résultats plus complets
  - résidus
  - Contrôle qualité
  - Séries sur calculs journaliers
- Mise en place des calculs « Réunion » et « Antilles - Guyane »