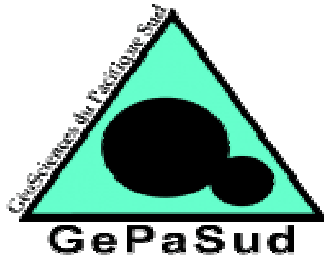


**GEPASUD**

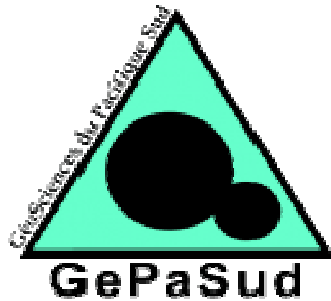
**Géosciences du Pacifique Sud**



**Séminaire Interne du laboratoire  
GePaSud du 21/11/08**

# **GEPASUD**

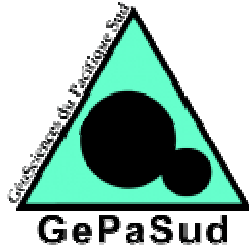
## **Géosciences du Pacifique Sud**



**Responsable de l'équipe d'accueil : Jean-Pierre Barriot, professeur des universités**

Le laboratoire de Géosciences du Pacifique Sud (GePaSUD) est un laboratoire interne de l'université de Polynésie française, auquel est joint l'Observatoire Géodésique de Tahiti (OGT). Il comporte sept enseignants-chercheurs et plusieurs doctorants et post-doctorants répartis en trois thématiques majeures :

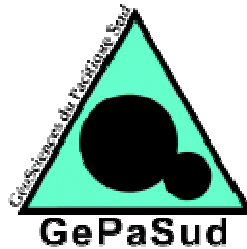
- **Sciences Géophysiques et Géophysique, Risques Naturels.**
  - **Télédétection et Traitement d'Images**
  - **Web-SIG et Sécurité Informatique**
- + **L'Observatoire Géodésique de Tahiti**



### **Thématique : Sciences Géophysiques et Géophysique, Risques Naturels**

- **Responsable : Jean-Pierre Barriot, professeur des universités**
- **Enseignant-chercheurs : Pascal Ortega, professeur des universités et Alessio Guarino, maître de conférences**
- **Post-doctorants : Lydie Sichoix (2008) et Fadil Abdelali (2008-2009)**
- **Doctorants : Khanh Nam Ho (inscrit en thèse depuis avril 2007), Jean-Louis Didier (en cours d'inscription) et Feng Yin Ye (arrivée décembre 2008)**

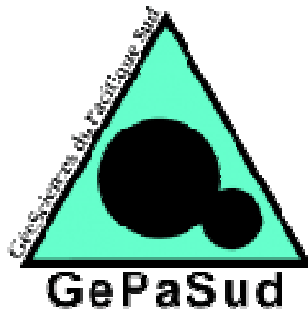
**Cette thématique est reliée aux sciences géodésiques et géophysiques ainsi qu'aux risques naturels : interprétation des données laser, GPS et Doris de poursuite de satellites fournies par l'Observatoire Géodésique en terme de déformation crustale, érosion et subsidence ; assimilation de ces données dans des modèles numériques de prévision météorologiques (distribution spatio-temporelle de la vapeur d'eau), interprétation des données de marégraphie terrestre et océanique, prédiction des orages ; équilibre des sols et milieux granulaires ; microcirculation dans les lagons.**



## **Thématique : Télédétection et Traitement d'Images**

- **Responsable : Benoît Stoll, maître de conférences**
- **Enseignant-chercheur : Sébastien Chabrier, maître de conférences**
- **Doctorant : Robin Pouteau (inscription à l'UPF en octobre 2008)**

**Cette seconde thématique est reliée aux techniques de télédétection et de traitement d'images appliquées au contexte polynésien avec l'imagerie radar et multi-spectrale haute définition pour l'identification du couvert végétal et de l'occupation des sols. Cet axe travaille entre autre sur l'identification du couvert végétal des îles de Tahiti et Moorea dans un contexte d'étude de l'érosion des sols et de l'apport terrigène au lagon sur données optiques SPOT5, mais aussi sur la détection et la classification des cocoteraies des Tuamotu sur données Ikonos, l'identification, l'inventaire et l'évolution du couvert forestier des îles Marquises par traitement conjoint de données radar et optique.**



### **Web-SIG et Sécurité Informatique**

- . Responsable : Alban Gabillon, professeur des universités
- . Enseignant-chercheur : Patrick Capolsini, maître de conférences
- . Doctorant : Léo Letouzey (inscription à l'UPF en octobre 2008)

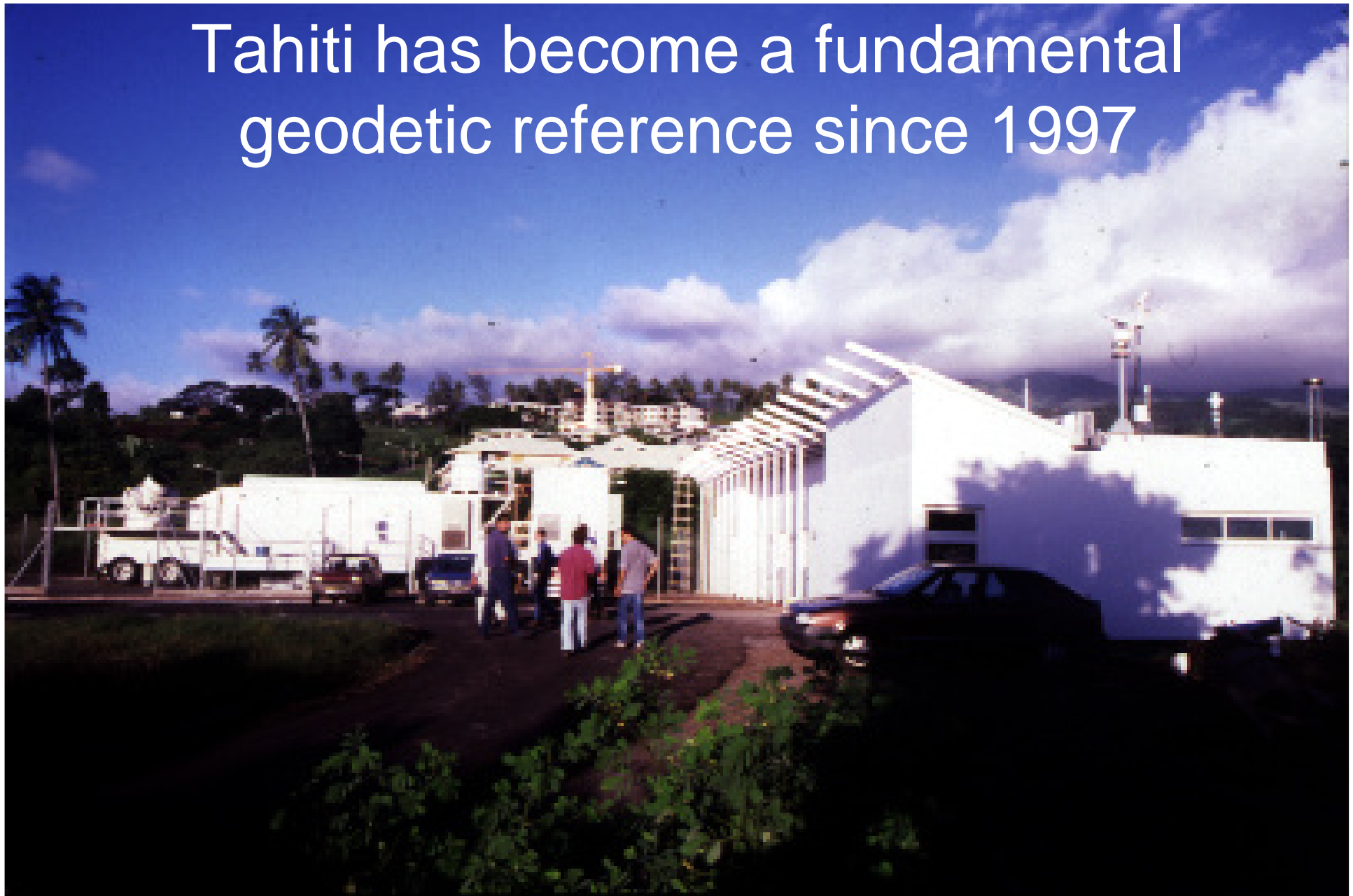
Cette troisième thématique s'intéresse au développement de Web systèmes d'information géographique (Web-SIG) normalisés OGC/ISO (Open Geospatial Consortium) et interopérables pour la mise à disposition de la communauté scientifique de données spatialisées (dont les données de télédétection et de l'Observatoire Géodésique). Cet axe travaille aussi sur la protection de ces systèmes d'information par la convergence des modélisations de contrôle de flux et d'usage, et sur la mise en œuvre de techniques de EDRM (Enterprise Digital Rights Management).



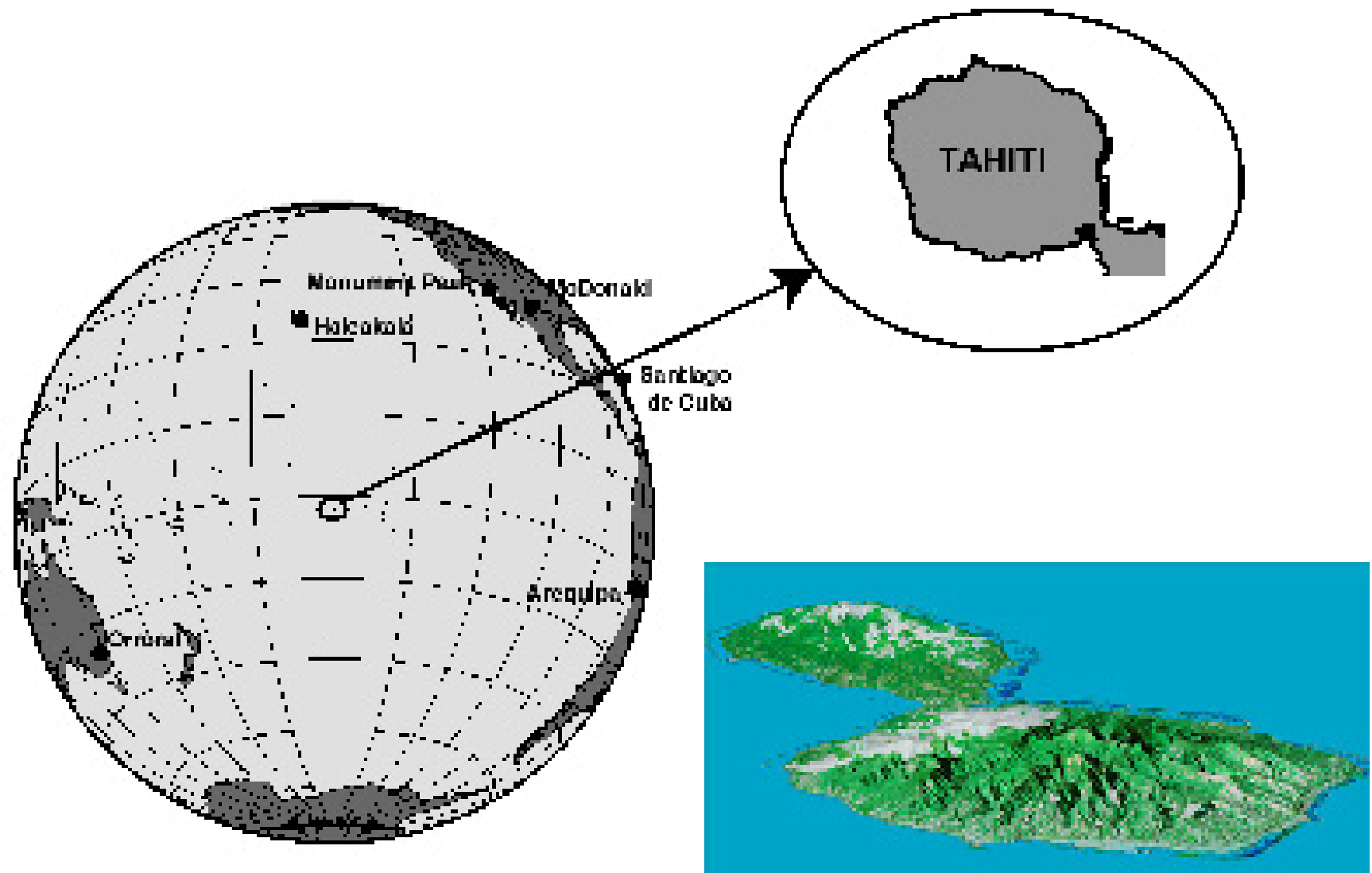
# **The Geodesy Observatory of Tahiti: a NASA, CNES and UPF collaboration: past, present, and future**

**JP Barriot, Director**

Tahiti has become a fundamental  
geodetic reference since 1997



# Where is Tahiti ?

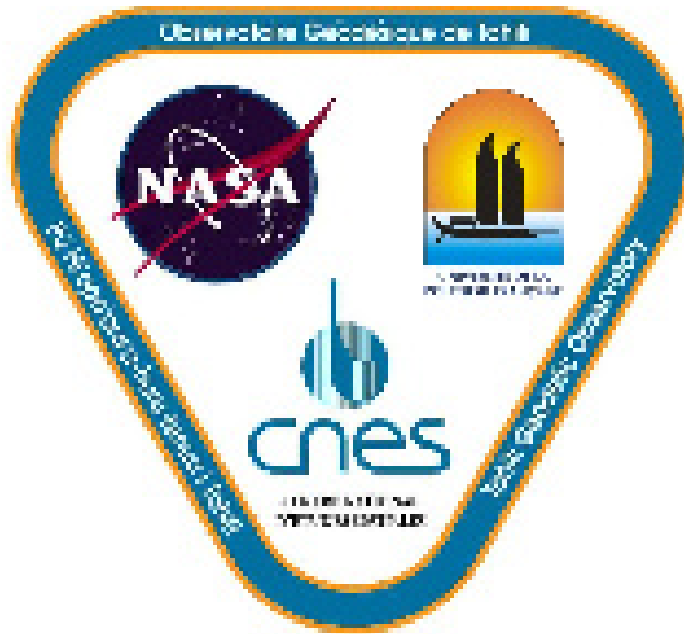




# Objectives

- To track satellite between 300 to 30 000 km
- Applications:
  - To improve the gravity field
  - To determine the sea surface topography
  - To study the rotation of the Earth
  - Tectonics





## Staff:

- 3 technicians:  
Yannick Vota, Laurent  
Mercier, Youri Verschelle
- 1 director: JP Barriot

# Tracking satellites with the laser

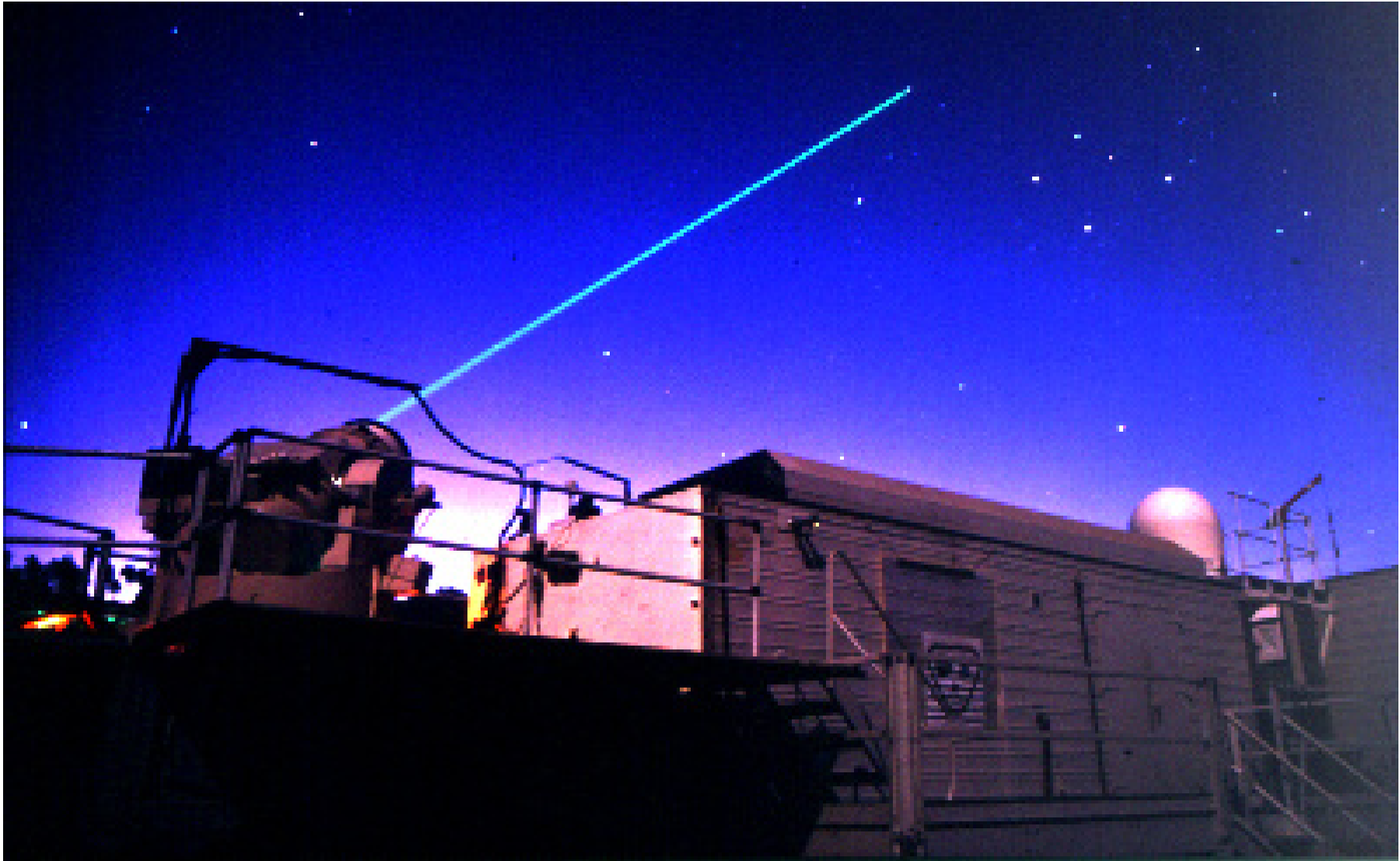




# Tracking satellites with the laser



# Tracking satellites with the laser



Other system:  
GPS



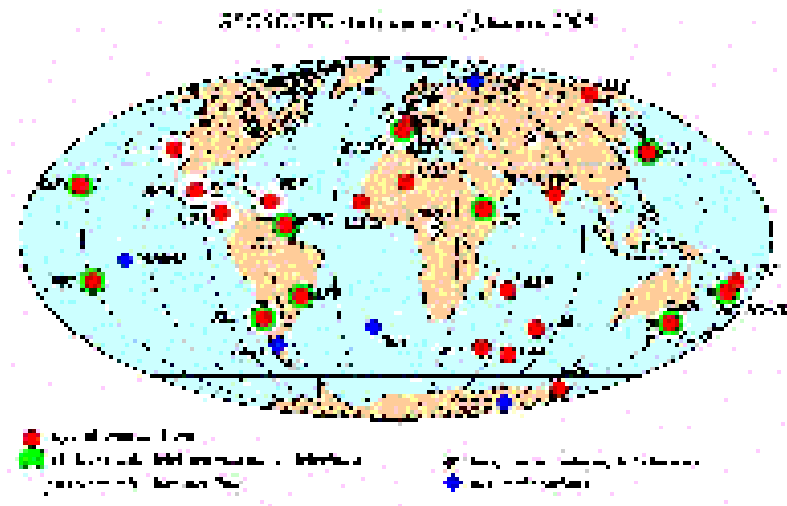


Other  
system:  
DORIS



Tahiti is already a seismic,  
magnetic and geodetic observatory:  
we need to improve the geodetic part

Réseau GEOSCOPE



Station laser mobile (MOBLAS)



+ INTERMAGNET, marégraphe, GPS, DORIS, PRARE

Objective : Set up  
in Tahiti of a  
geodynamic network  
following the model  
of the Lanzarote  
network

## Investigation Items of IAG In Lanzarote Island

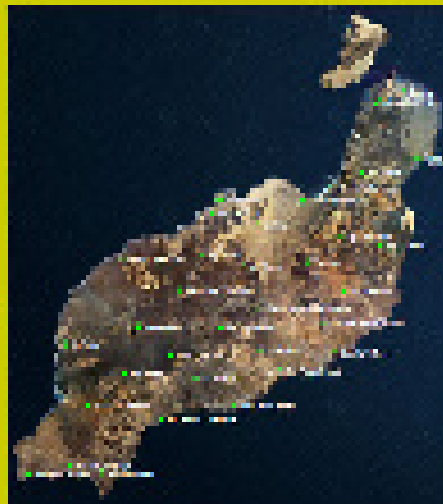
- *Infrastructure in Geodynamics*
- *Software development for the analysis of multiparametric observations*
- *Earth and Oceanic Tides*
- *Gravimetry and Microgravimetry*
- *Deformation*
- *Solar Wind Interaction*
- *Earth-Oceanic-Atmosphere Interaction*

LABORATORIO DE  
GEODINAMICA DE  
LANZAROTE

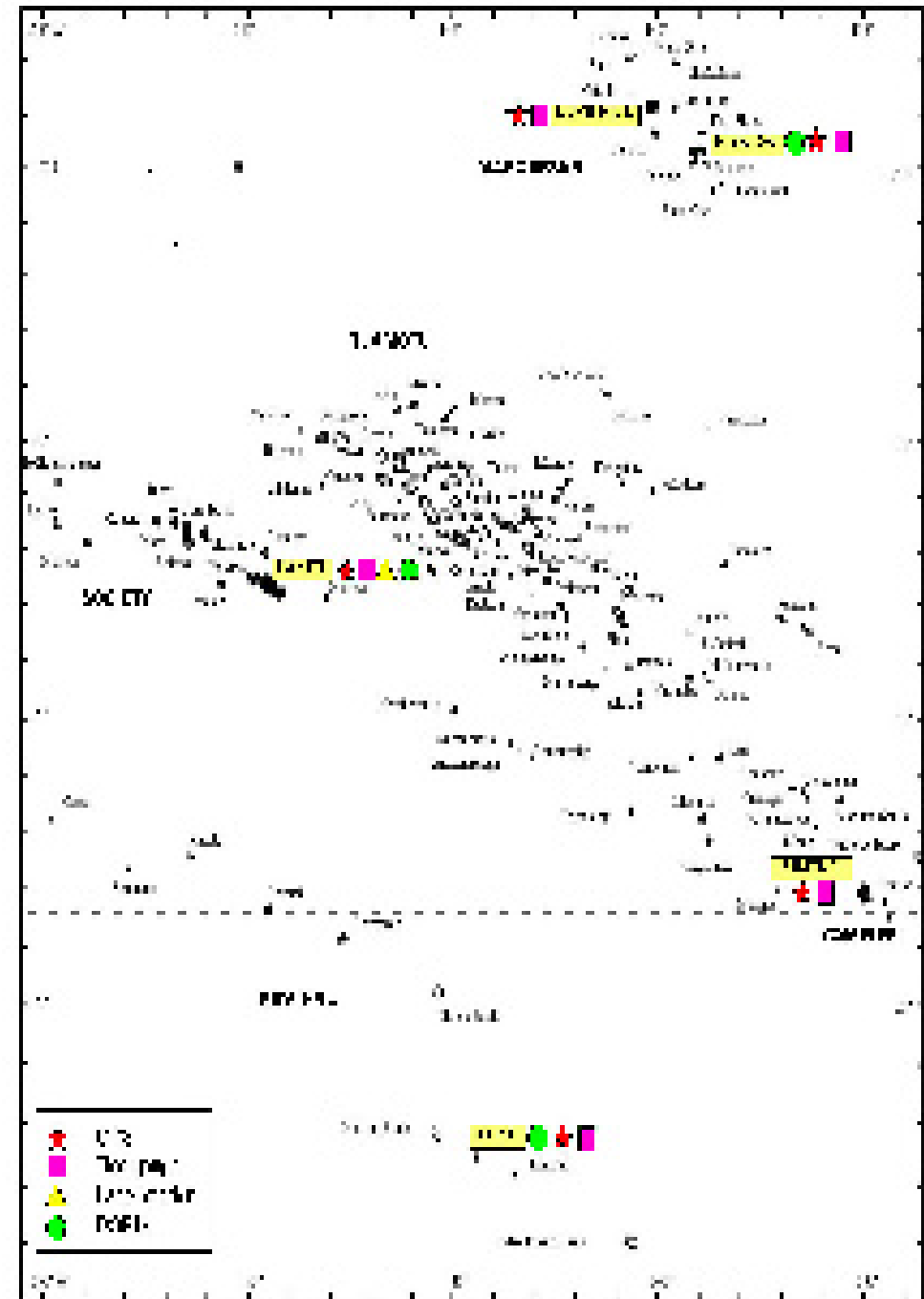
## Geodynamic Control Network

The Geodynamic Control Network of Lanzarote has developed in the 70's and is covering all the island.

The network is composed by GPS, leveling, gravity, pressure and tide gauges for four main stations and some



**Objective:** Tide Gauge network of French Polynesia (Oceanic Tides)



# Sea level station in Papeete



# New Tide Gauge of Tubuai (Australs Archipelago) under OGT leadership



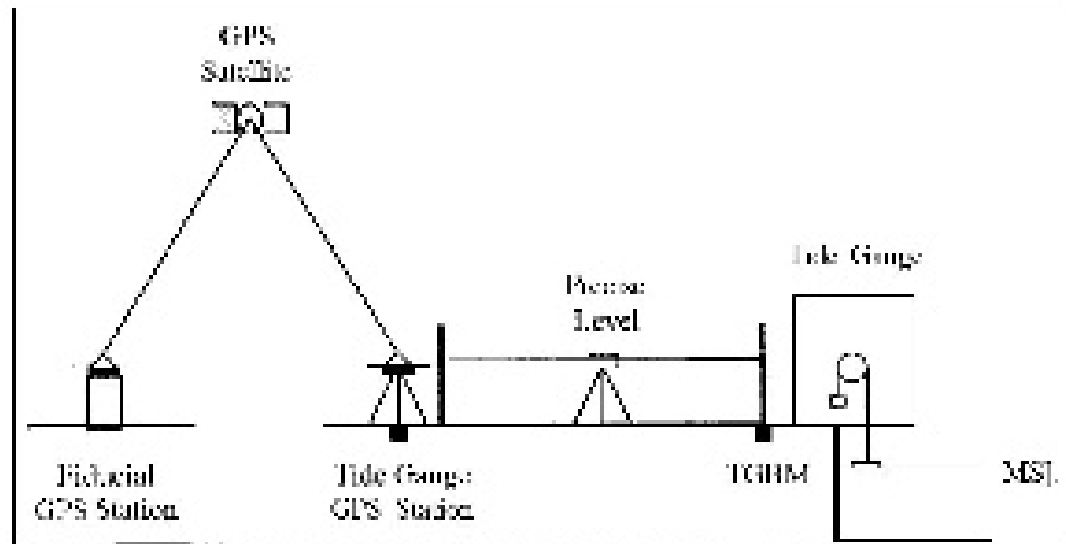


Fig. 1. Schematic Diagram of the UK Tide Gauge Monitoring Strategy

**Objective:  
Colocation of  
several geodetic  
instruments**

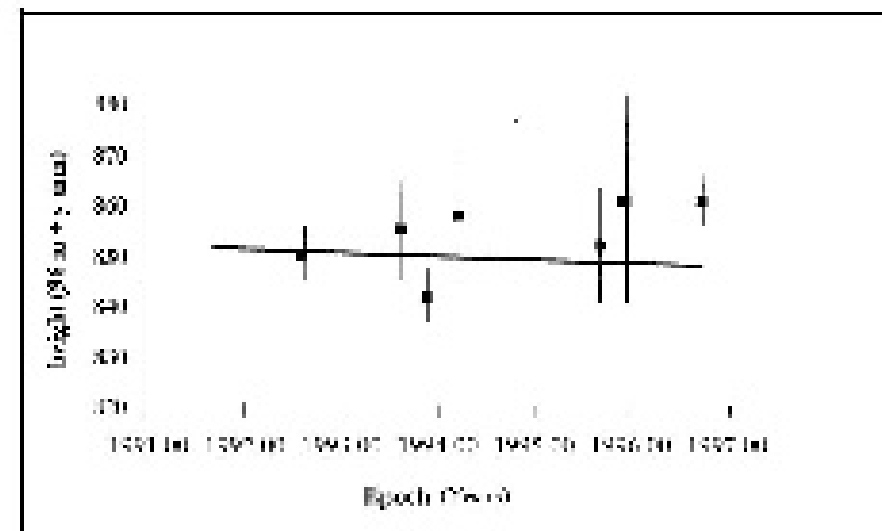


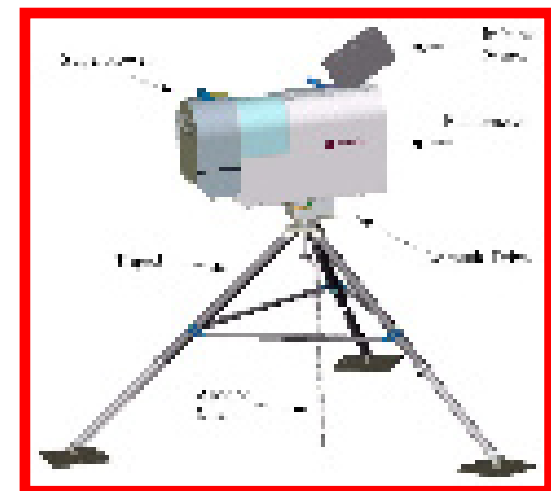
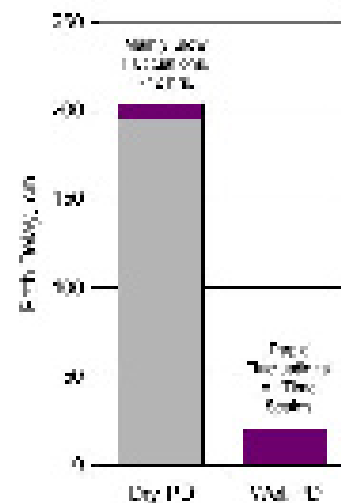
Fig. 3. UK Tide Gauge GPS Campaign 1991 to 1996: Height Results for Kootenay

## Tools for millimeter level GPS at Tahiti

Antenne GPS à l'OGT



Mobile GPS + water vapor radiometer  
(planned 2010-2012)





**Objective :** Colocation GPS, DORIS and laser at Tahiti :  
subsidence of the island + mean sea level

**Cooperation  
OCA, ESGT,  
LAREG**

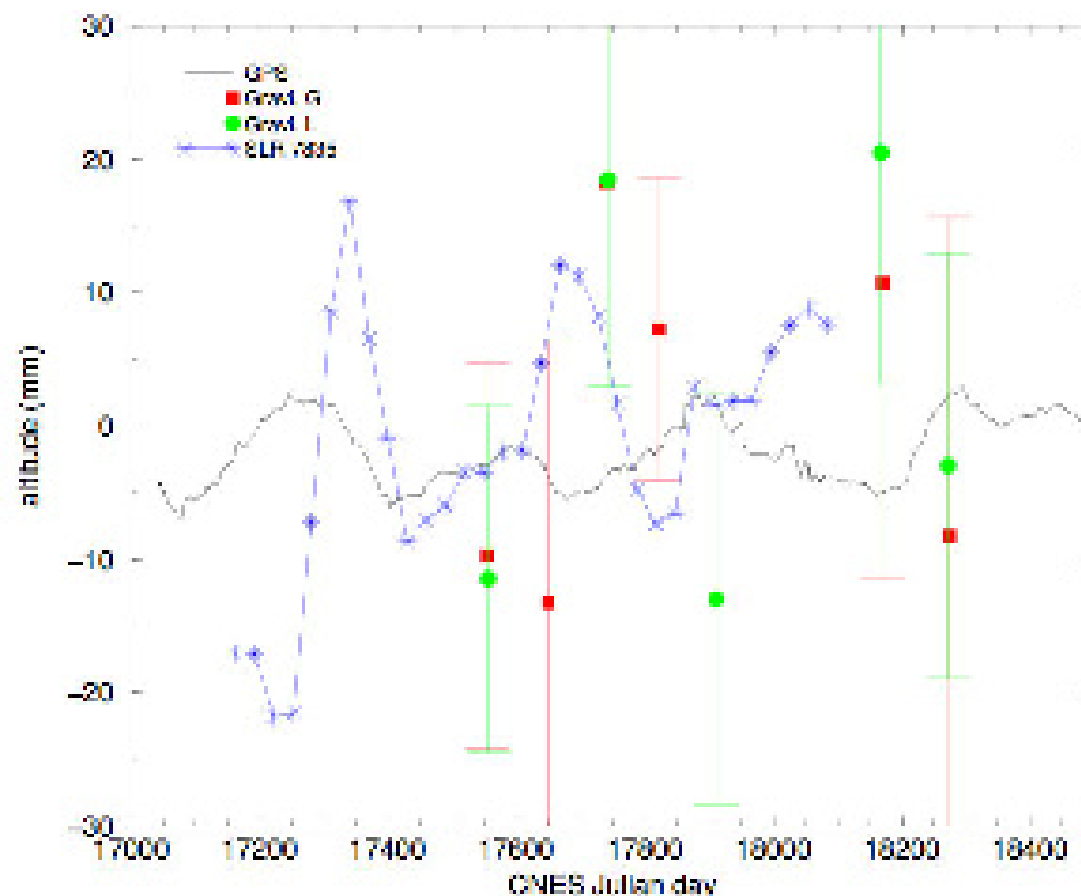
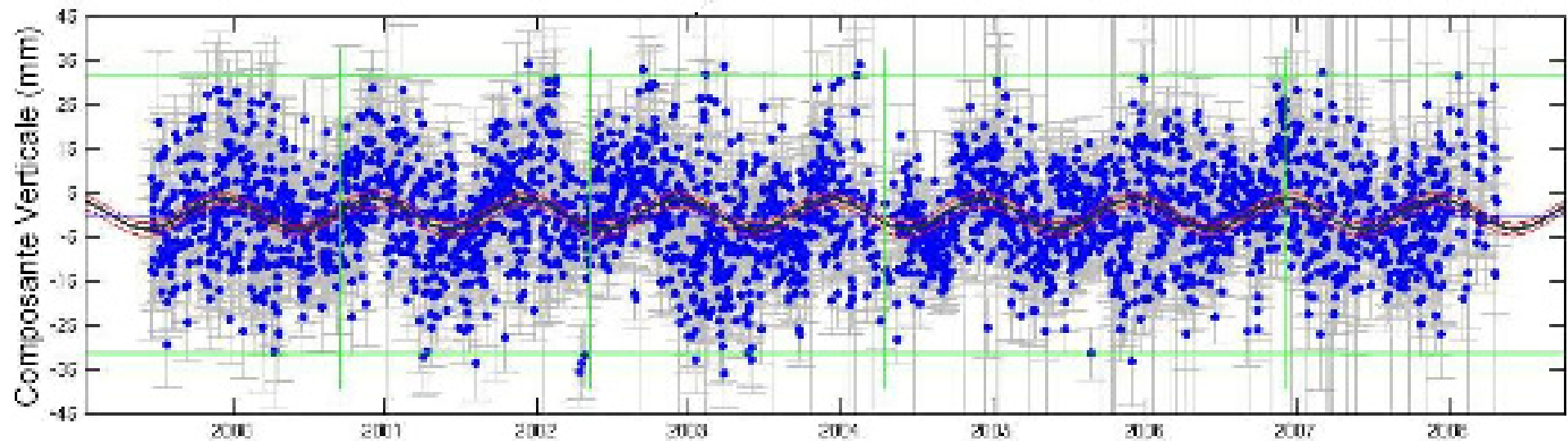


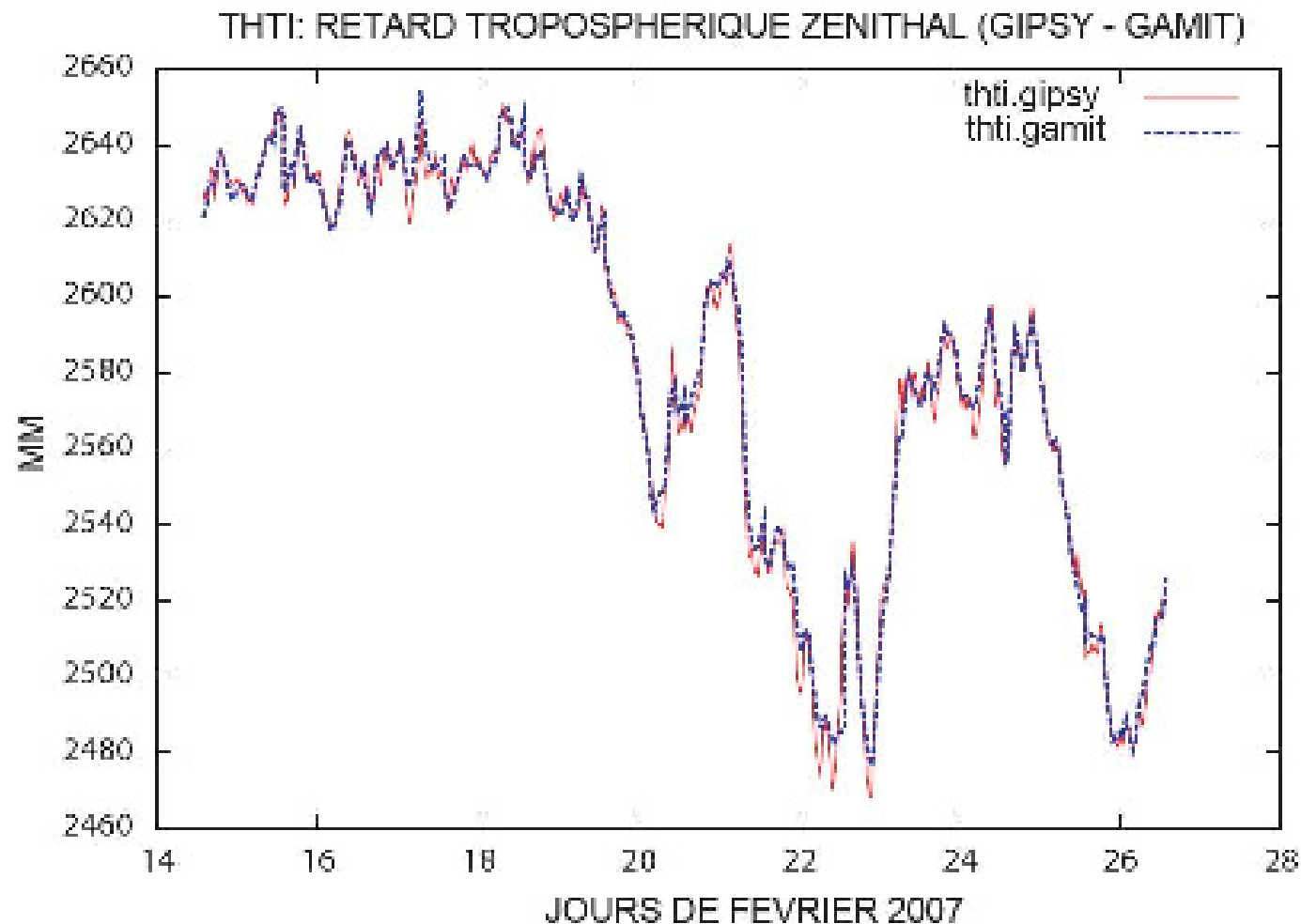
Figure 3.3 : Comparaison des variations d'altitude du plateau de Calern obtenues à partir des mesures laser (étoiles), des points gravimétriques G et L (ronds et carrés) et du signal GPS (ligne continue). L'origine est arbitraire et les valeurs sont indiquées en millimètres.

# Subsidence par GPS-Outumaoro (THTI, CNES)

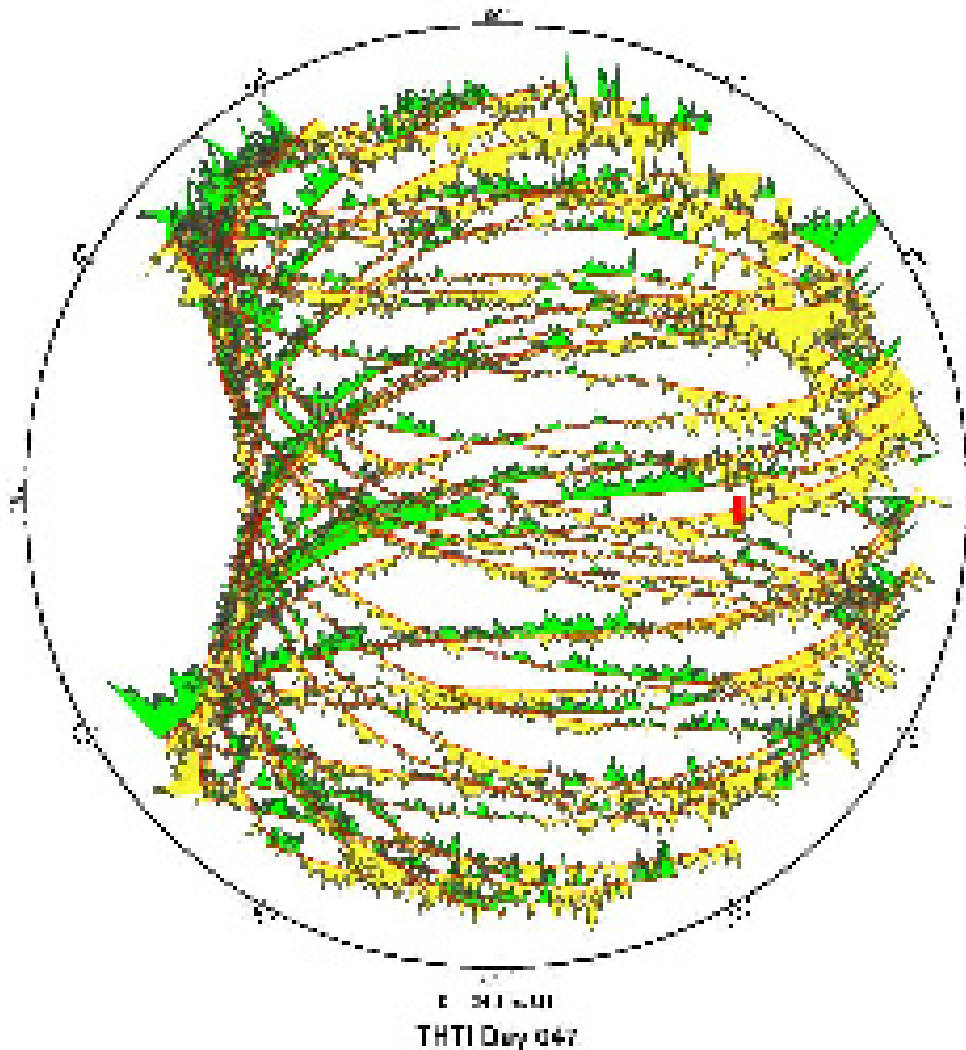
# 2763 Points # Taux de Subsidence:  $-1.43 \pm 0.33$  mm/yr



# Retard Troposphérique -Outumaoro (composante sèche et humide)



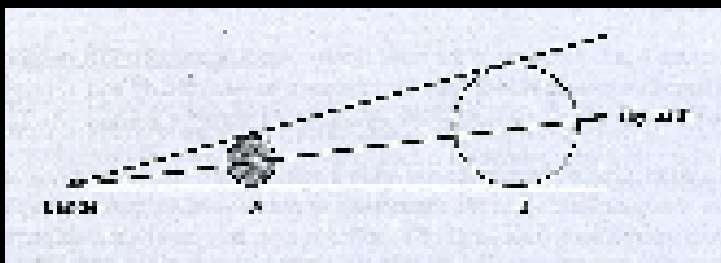
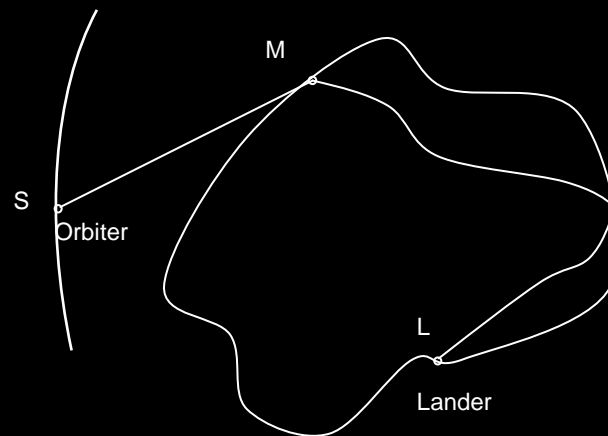
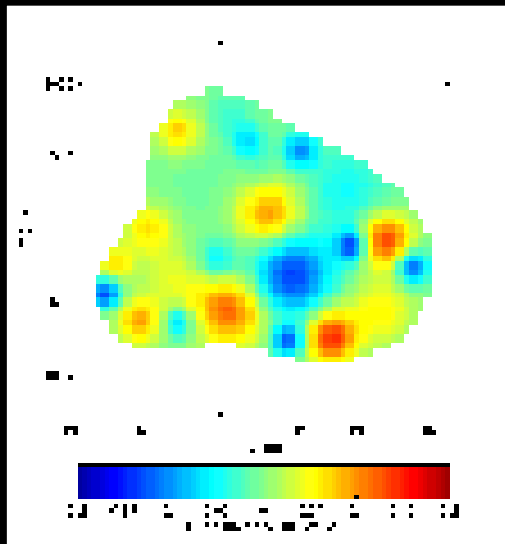
# Résidus de phase THTI (mm) pour Tomographie (atmosphère humide)



Outumaoro, 2007

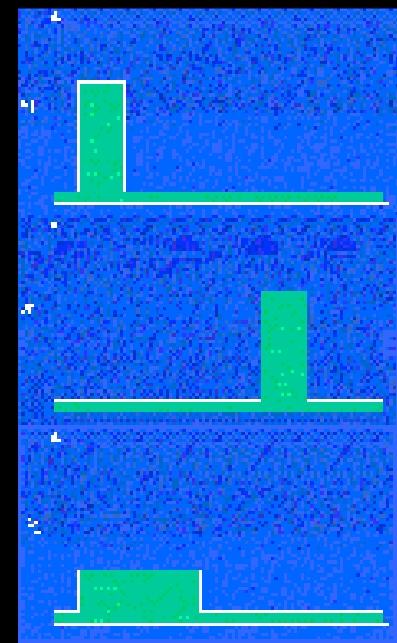
# Degeneracy problem:

Original Model



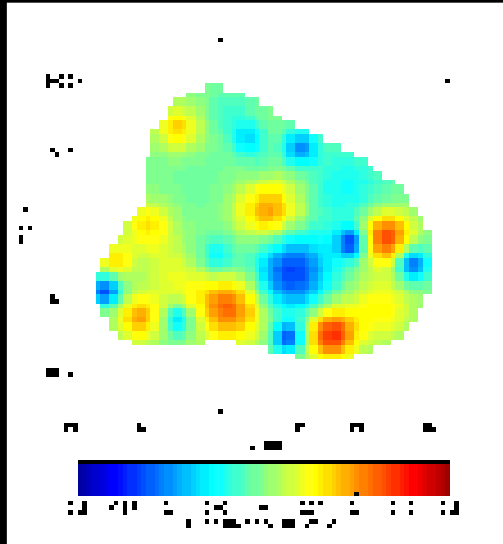
$$\varphi = \bar{\varphi} + \frac{1}{2\sqrt{\epsilon}} \int_{\text{optical path}} \epsilon_{\text{pert}} ds$$

Optical path  
degeneracy  
problem

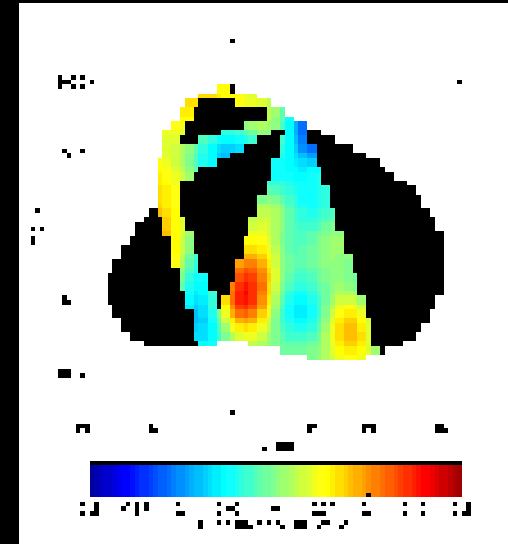


# A priori information: covariance matrix

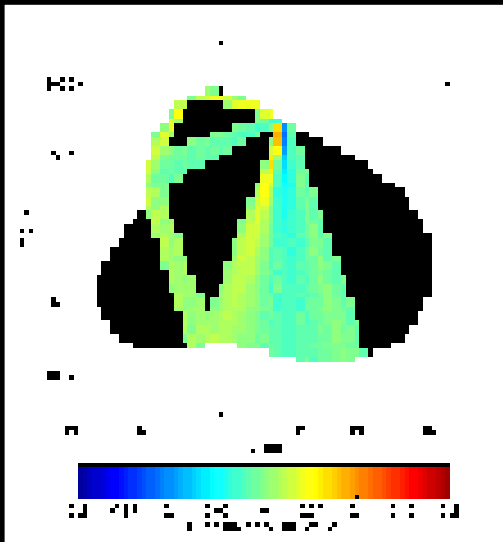
Original Model



Finite Correlation



No Correlation



$$C(d_{PQ}) = C_0 \left(1 + \frac{d_{PQ}}{\alpha}\right) \exp\left(-\frac{d_{PQ}}{\alpha}\right)$$

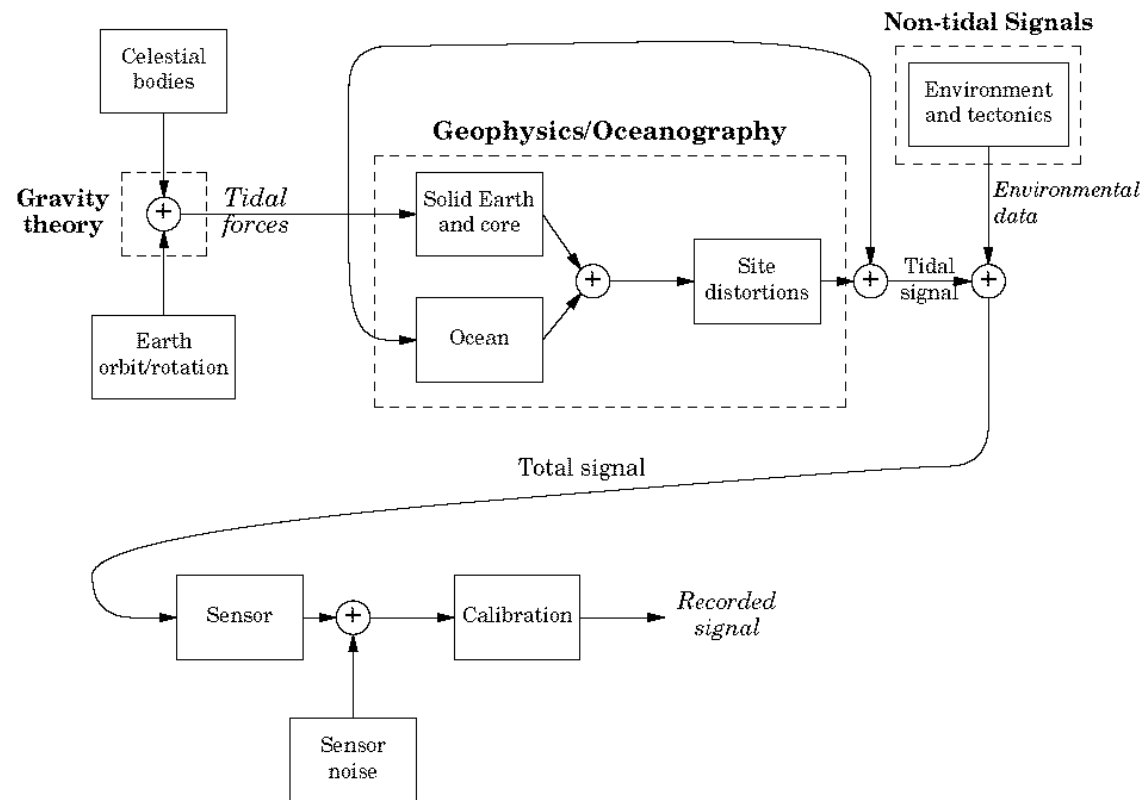
$$C(d_{PQ}) = C_0 \delta_{PQ}$$

$d_{PQ}$  = distance between P and Q inside comet

# Les marées terrestres (Earth Tides)



Figure 1.1: An Earth-Tide Flow-Chart



What can be  
done with  
the PET ?

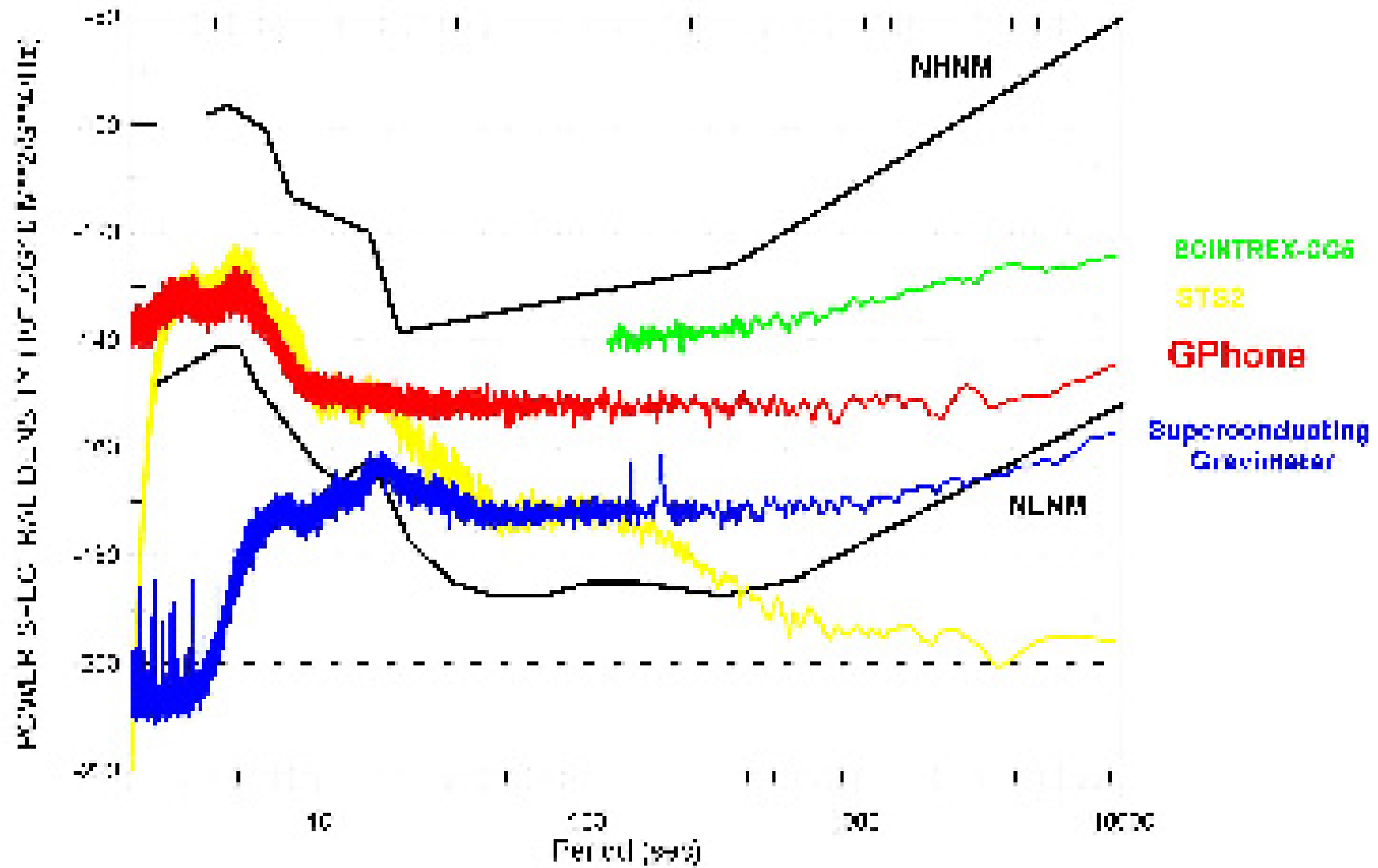
- **Elastic and non-elastic response of the Earth: oceanic loading (over islands in French Polynesia)**
- **Lateral inhomogeneities of the Earth**
- **Hydrology (rain, humidity)**



**A PET (gPhone) gravimeter will be in operation at OGT in January 2009 to monitor Earth Tides**

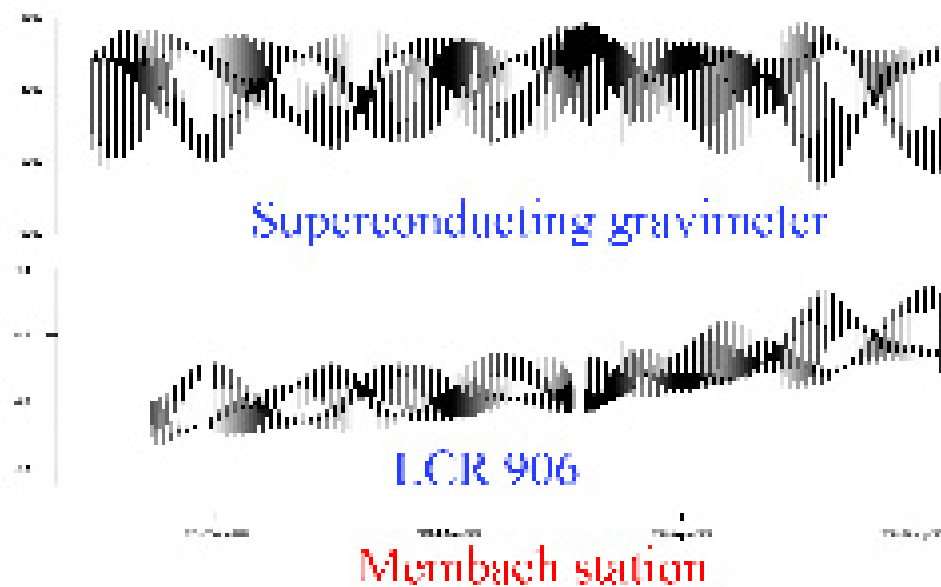
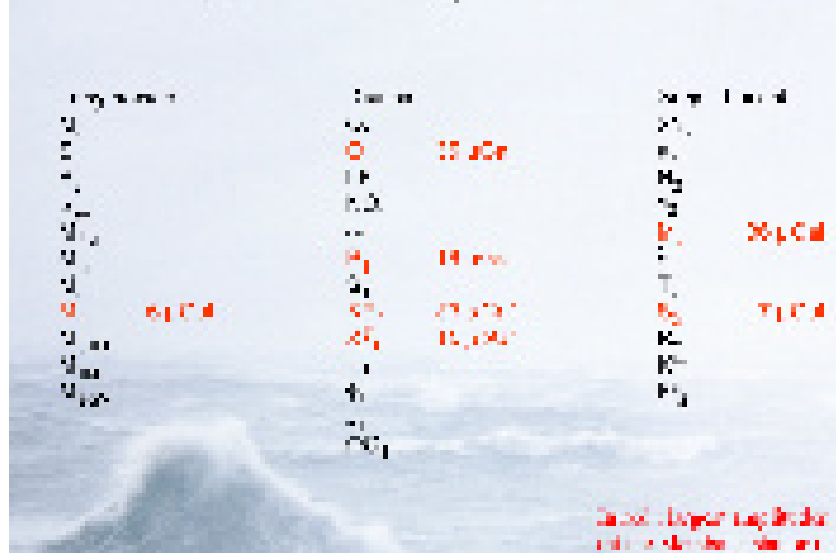


## PET performances w.r.t other instruments



## Example: Earth Tides Record in Luxembourg

Tidal waves (Domenik's notation)



### PET Metro-Superconducting

#### System description

Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m

Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m

Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m

#### System description

Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m

Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m

#### System description

Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m  
Apex: 1000 m, 1000 m, 1000 m

System description



**LaCoste & Romberg**  
1000 m, 1000 m, 1000 m  
1000 m, 1000 m, 1000 m  
1000 m, 1000 m, 1000 m  
1000 m, 1000 m, 1000 m  
1000 m, 1000 m, 1000 m



**The PET gravimeter will be collocated with GEOSCOPE instruments in Tahiti mountains**

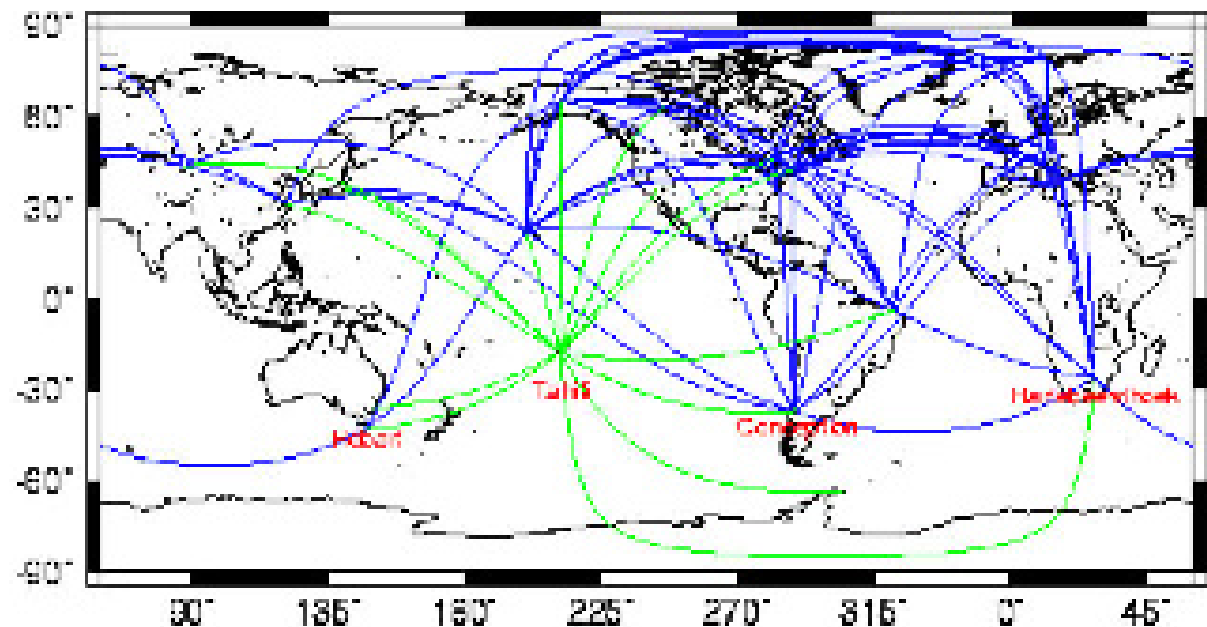
# ICET

- The International Center for Earth Tides is now located in Tahiti (since january 2008)
- ➔ Earth Tides database
- ➔ Earth Tides validation for GGP



TIGO  
Observatory

Secondary  
Objective: Small  
VLBI antenna at  
Tahiti





Erosion: a major  
phenomena in Tahiti

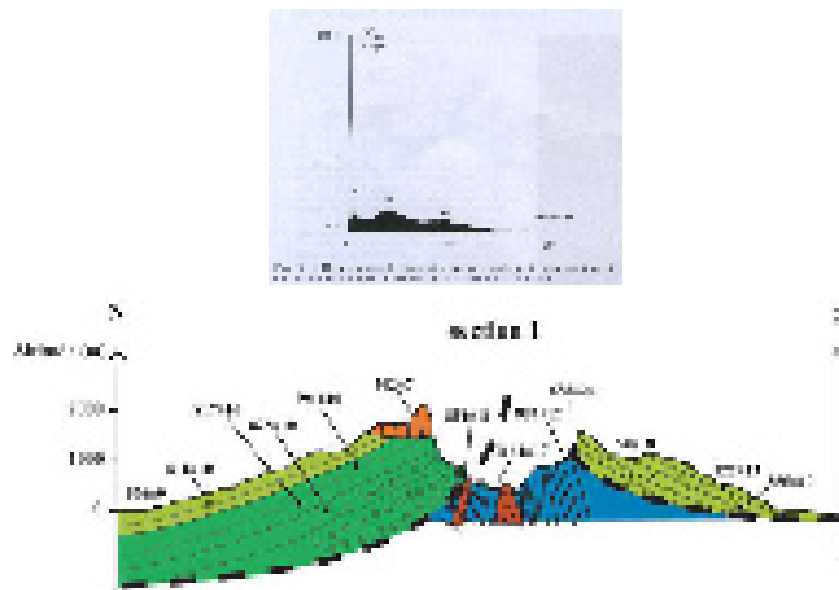
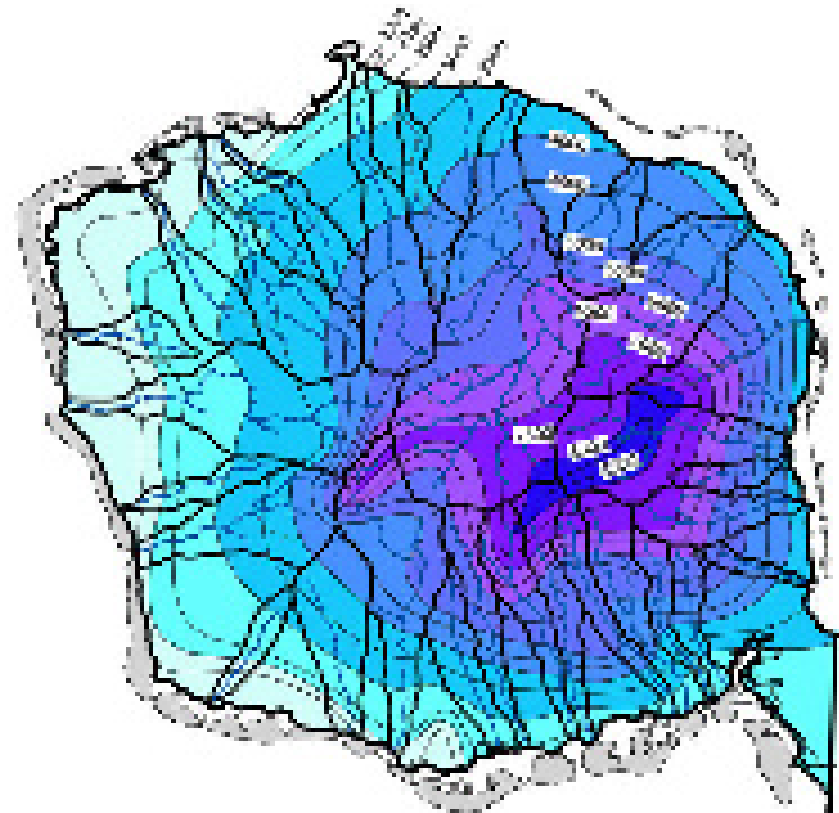
Study of Erosion (creep...) / hydrology from the OGT geodynamic network and SPOT/IKONOS images + NTM: APERO et CIDRE PDE equations (e.g. Lucazeau et al.)

3 types of slopes:

Sea shore 2 %, volcano 17 %, valleys : 42 %

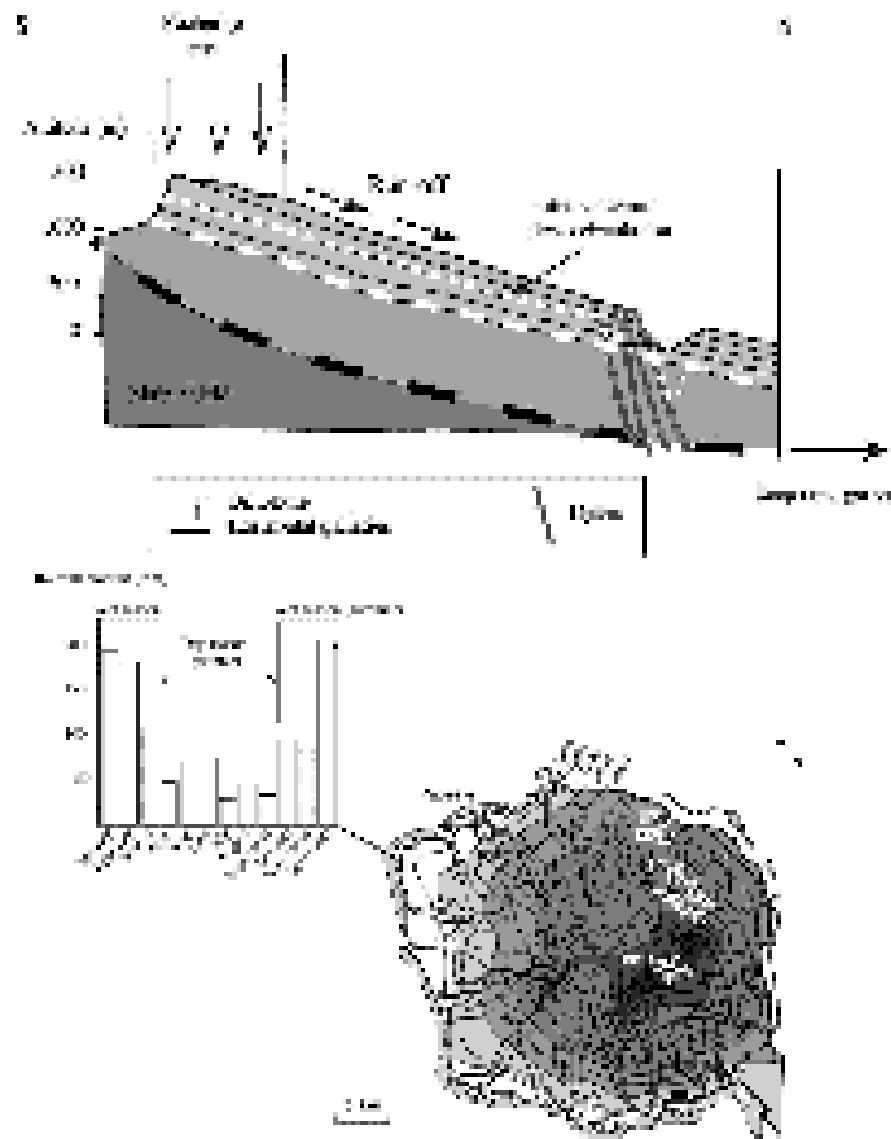
+ Heavy rains ==> intense erosion

Pluviometry over Tahiti Nui



D'après Guillande et al., Hildenbrand et al.

## Water flow (Hildenbrand et al.)



## Modélisation Hydrologique Complète

- Etude du lien imperméabilité / piézométrie
- Etude du lien entre variation du champ de gravité  $\Delta g$ , variation du niveau piézométrique  $\Delta p$ , et variation d'altitude  $\Delta h$

$$\Delta g = 42 \Phi \Delta p + 308.6 \Delta h$$

$$\mu_{\text{Ga}} = 2.5 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$\approx 2\%$  d'imperméabilité au 2.5 m de sol  
ou 8 mm de variation d'altitude

Gravimétrie  $\rightarrow \Delta g$

GPS  $\rightarrow \Delta h$

+ porosité  $\Phi$

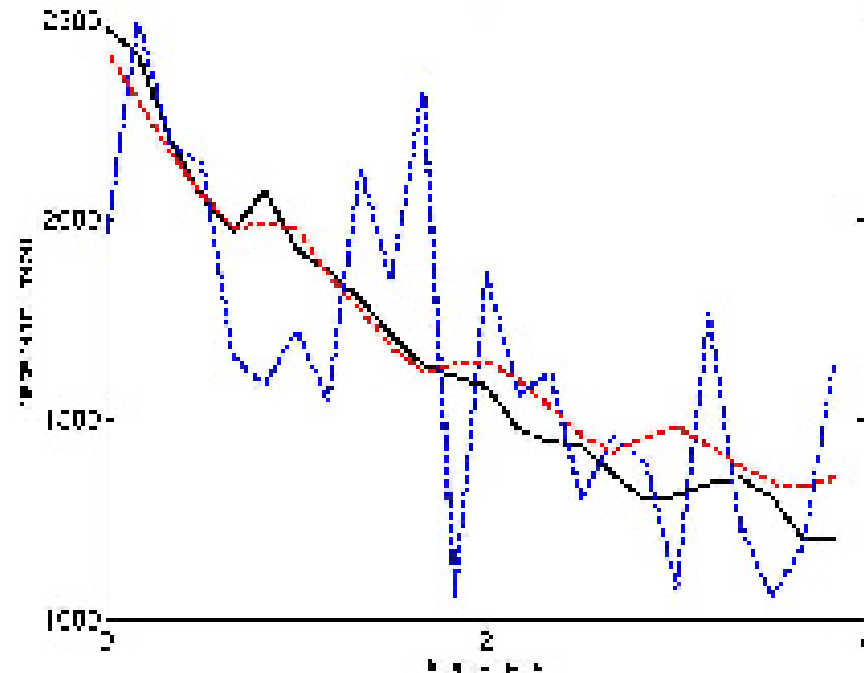
$\rightarrow$  hauteur piézométrique  $\Delta p$

## Pluviométrie de Tahiti (Hildenbrand et al.)



# Predicting limnimetric heights atToulouse (Garona River) by regression (ECOBAG study: ECOlogie du Bassin Adour- Garonne)

- Bonnes prévisions (rouge) sur le court et moyen terme (4 jours)
- Méthode plus stable que la methode ARMA (bleu)



En bleu : prévisions avec processus ARMA

En rouge : prévisions avec régression