

## Présentation des mesures inclinométriques à Cherbourg (2004)

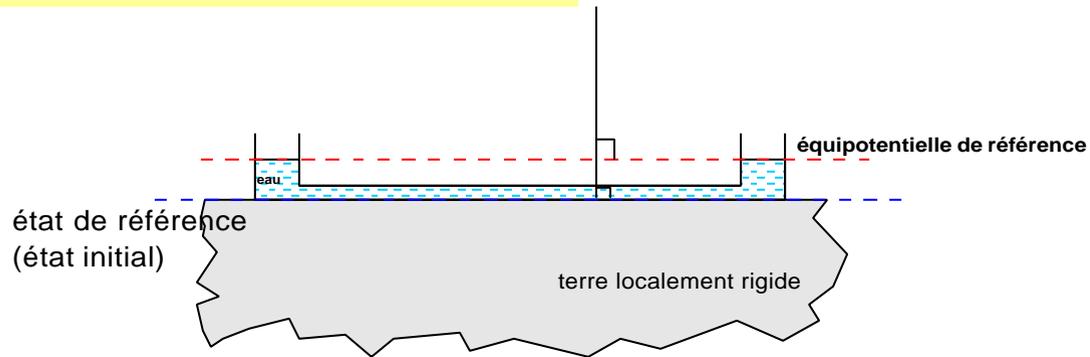
Colloque SONEL – La Rochelle – Avril 2006



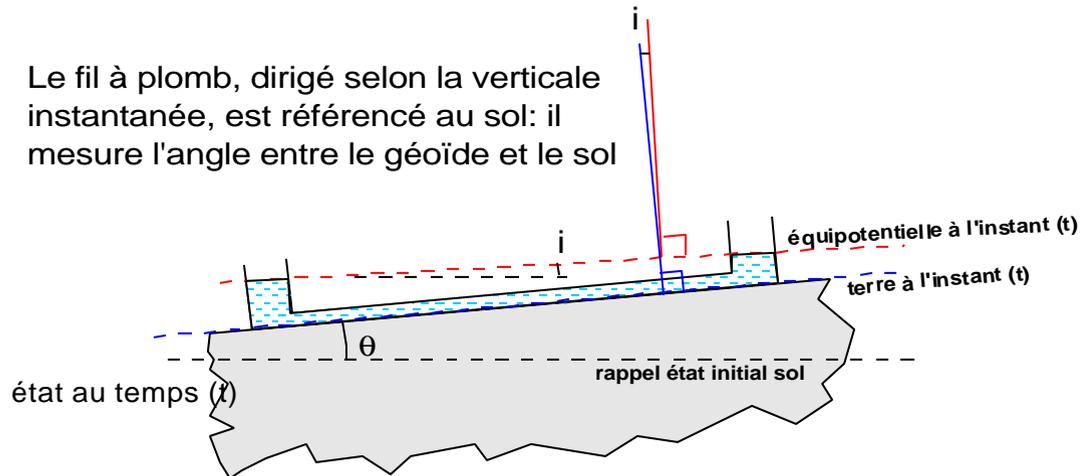
Présentation Nicolas Florsch, UMR Sisyphe, UPMC, France  
Projet «du GDR-G2 » sur les surcharges océaniques, dirigé par Muriel Llubes,  
actuellement rattachée au LEGOS – CNES/CNRS/UPS, France  
*Support technique: IPGP & Marine Nationale*



## Rappel sur la mesure inclinométrique

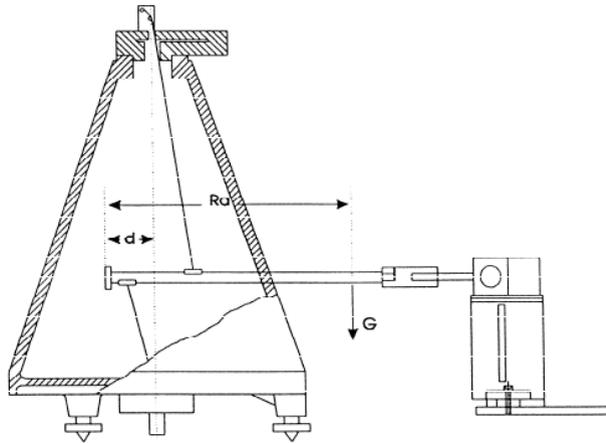


Le fil à plomb, dirigé selon la verticale instantanée, est référencé au sol: il mesure l'angle entre le géoïde et le sol



## Inclinomètre: pendule Zöllner

Ra= Distance Centre of gravity from rear suspension.  
 d= Distance actual axis of rotation from rear suspension.



MARUSSI TILTMETER

TRANSDUCER

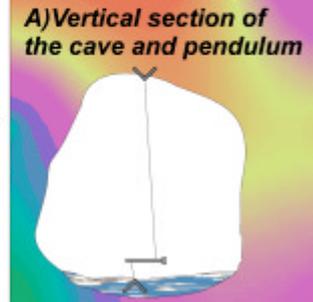
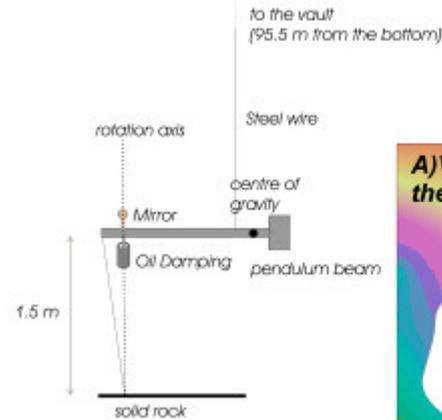
L'amplification est en  $1/\sin(\alpha)$ , où  $\alpha$  est l'angle entre la droite reliant les points d'attache du pendule et la verticale.

Cet angle est « réglé » avec la période

qui est :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g \sin(\alpha)}}$$

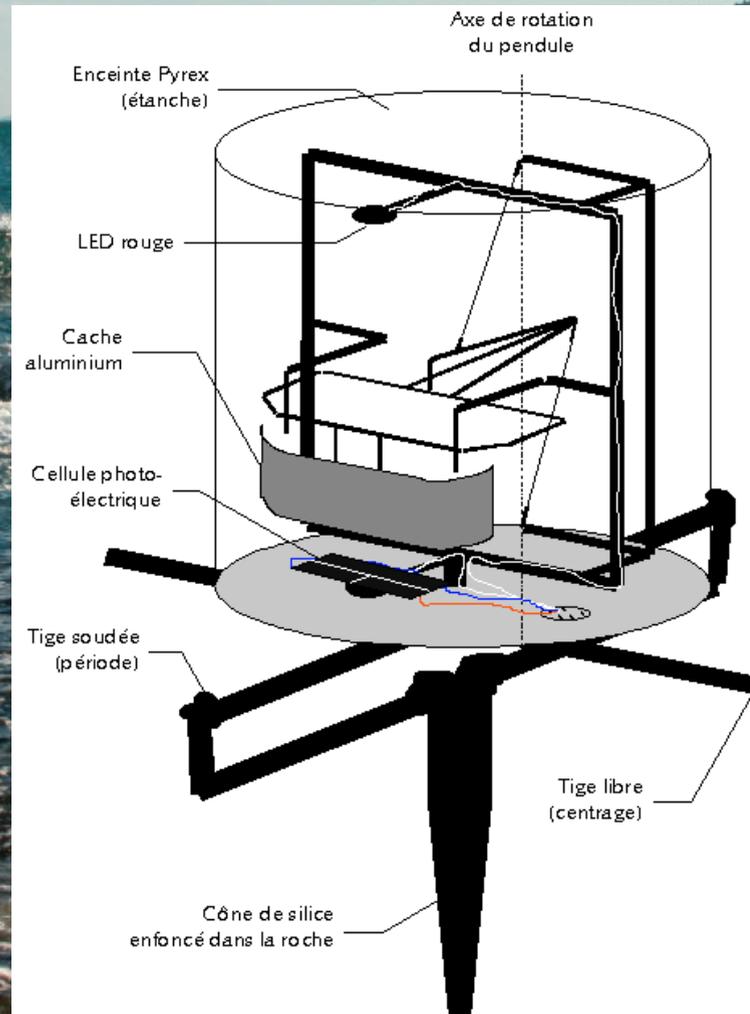
### B) Instrumental setup



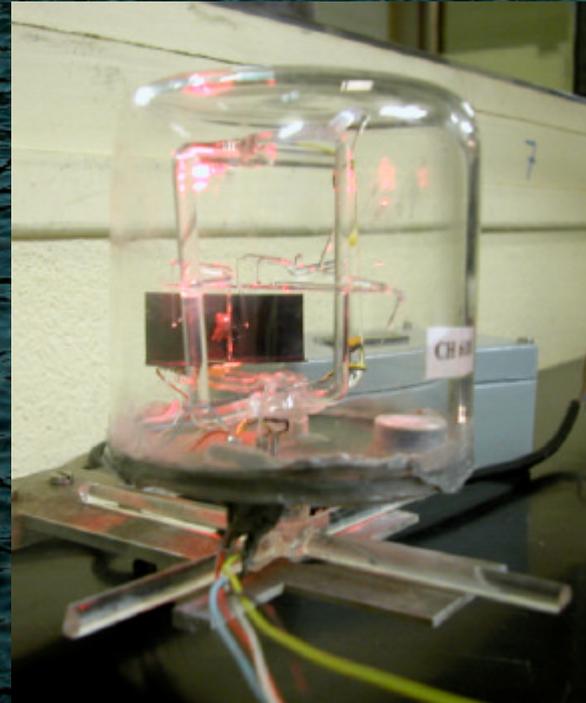
# Instrument

Résolution:  $10^{-8}$  rad

- Calibration meilleure que 10%
- Mais forte dérive et sensibilité aux conditions environnementales



- 2 pendules horizontaux (type « Blum »)
- Installation dans un tunnel: stabilité
- Acquisition : 1 point / 10 secondes

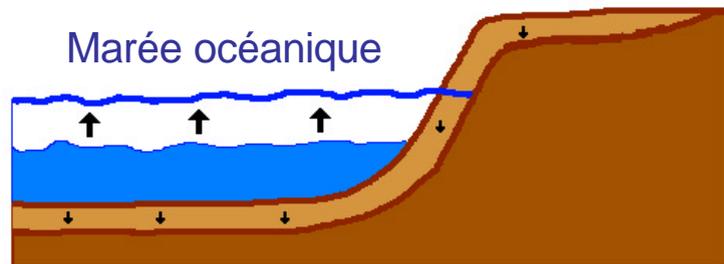


# La surcharge océanique

- Phénomène périodique
- Principalement diurne et semi-diurne
- Près des côtes, le phénomène (en inclino) domine la marée terrestre d'un facteur  $> 3$



Déformation de la Terre



# Calcul de la surcharge océanique

Nbre de Love de charge :

Calcul de la déformation

$$h'_n, l'_n, k'_n$$

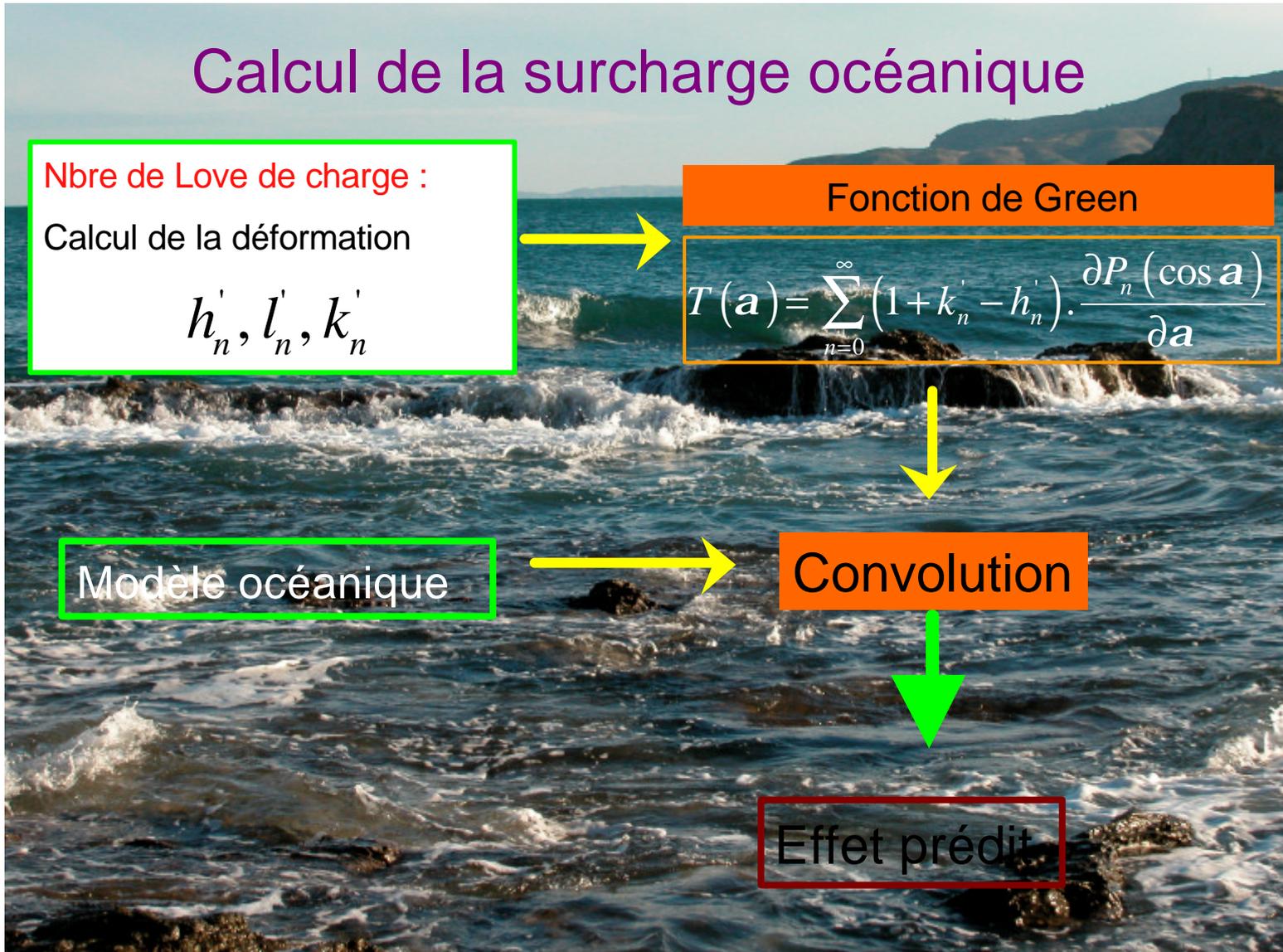
Fonction de Green

$$T(\mathbf{a}) = \sum_{n=0}^{\infty} (1 + k'_n - h'_n) \cdot \frac{\partial P_n(\cos \mathbf{a})}{\partial \mathbf{a}}$$

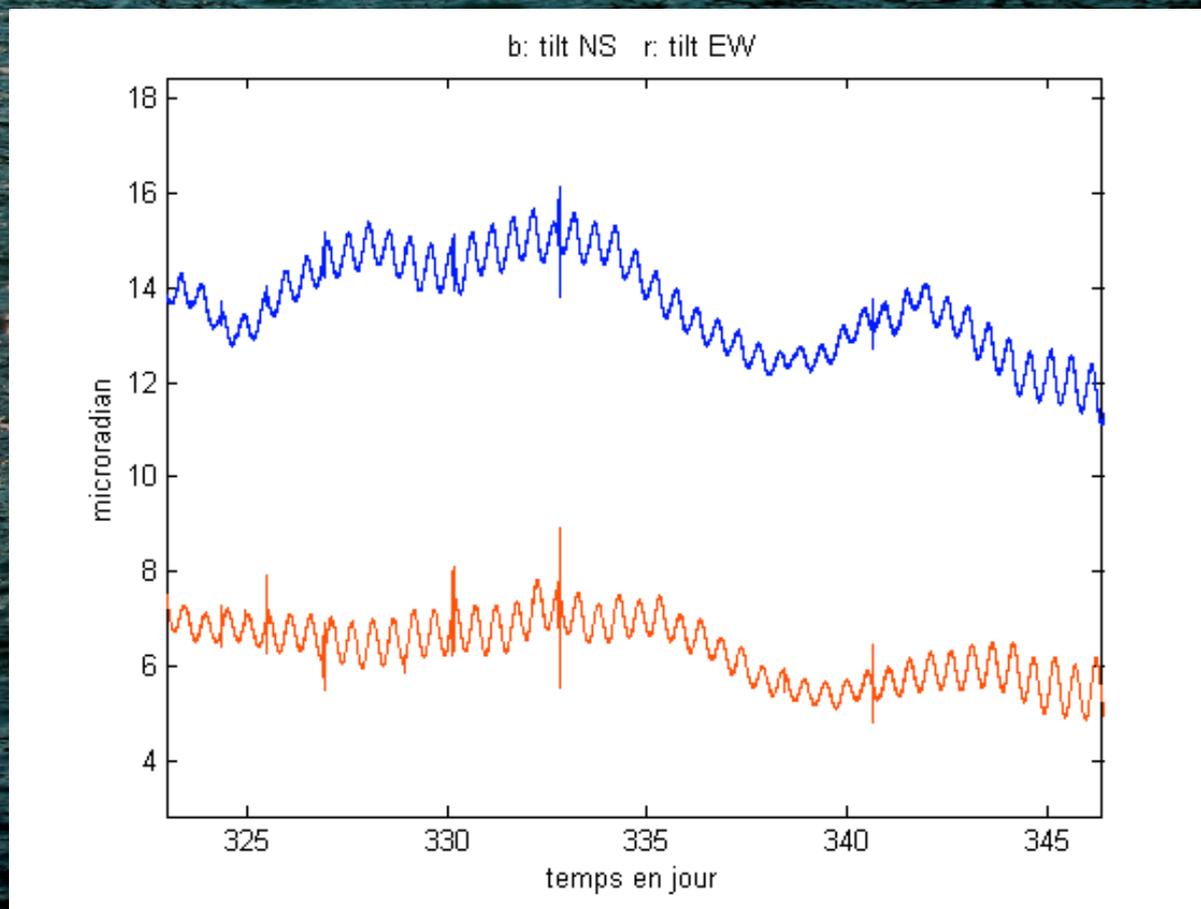
Modèle océanique

Convolution

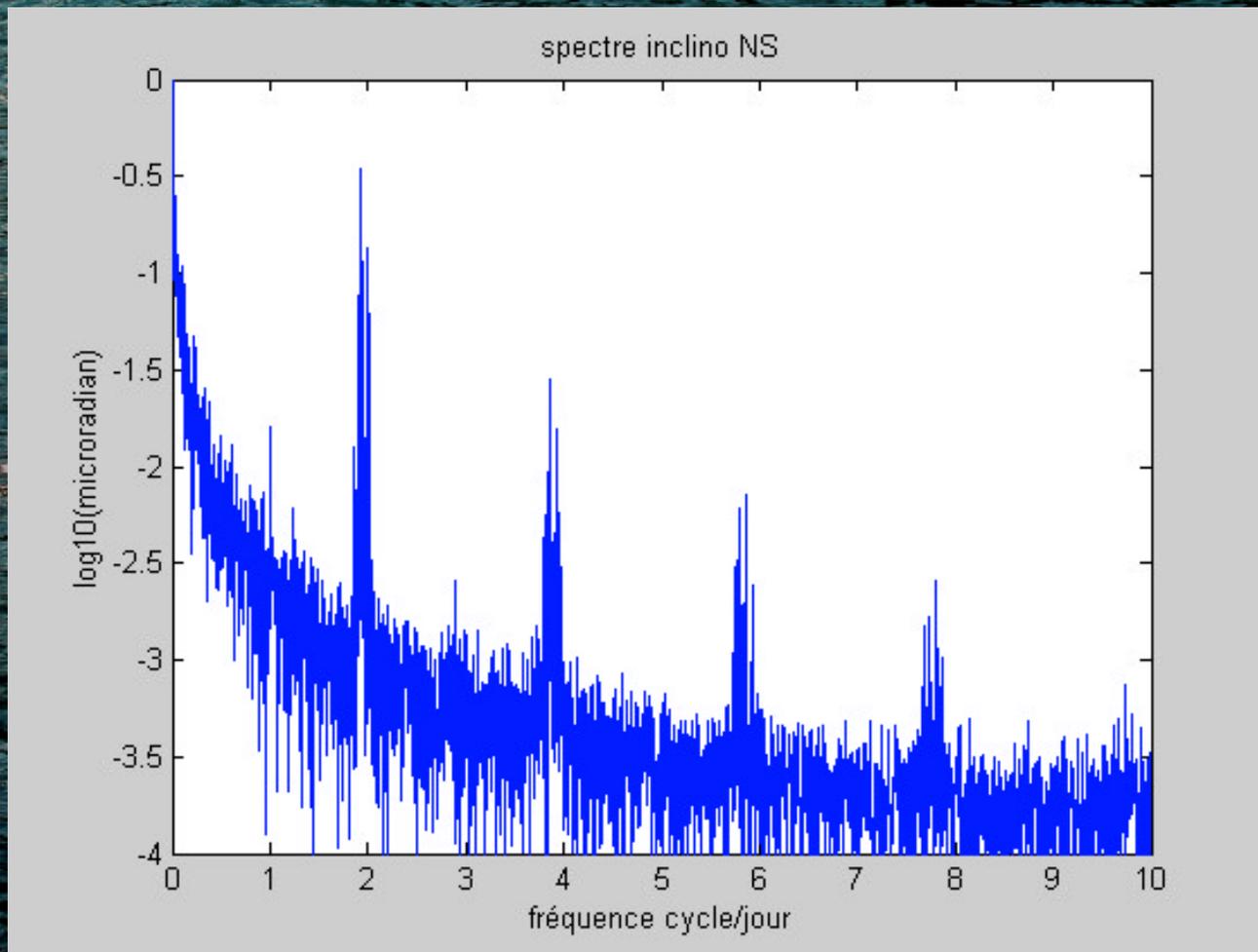
Effet prédit



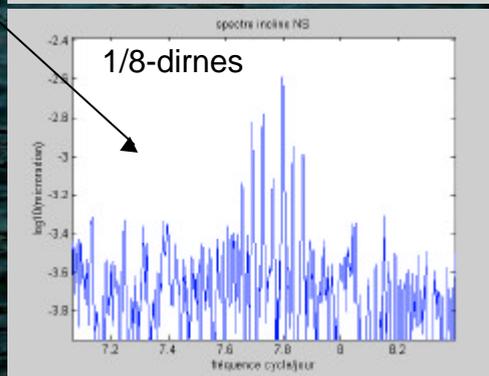
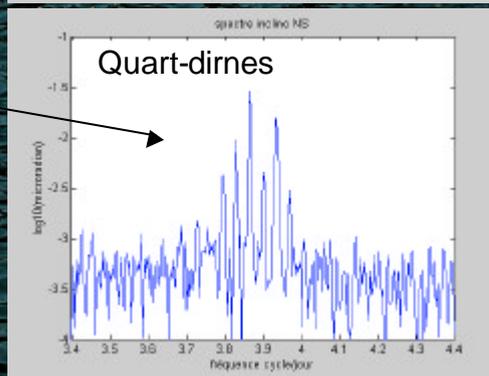
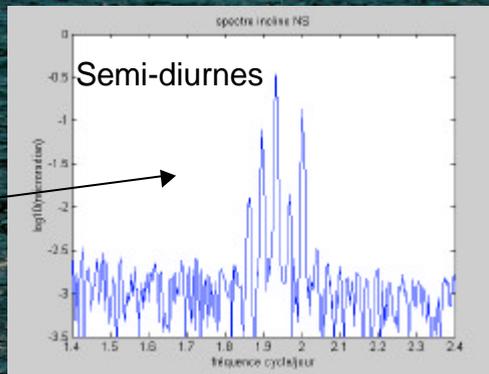
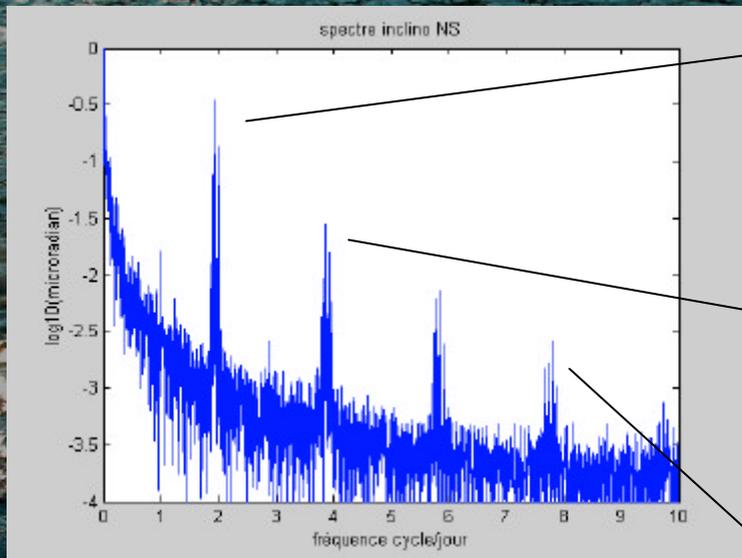
## Données brutes à Cherbourg

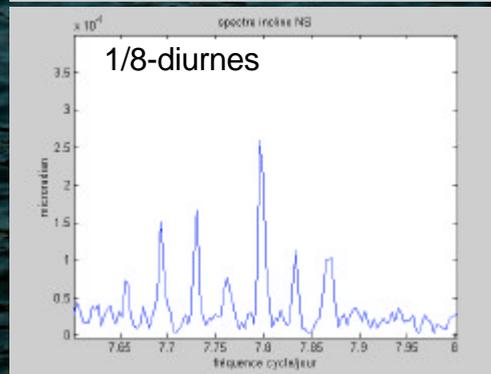
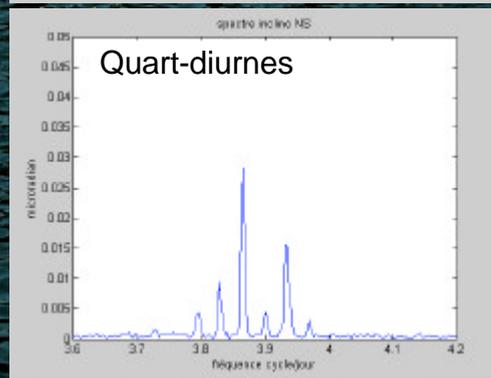
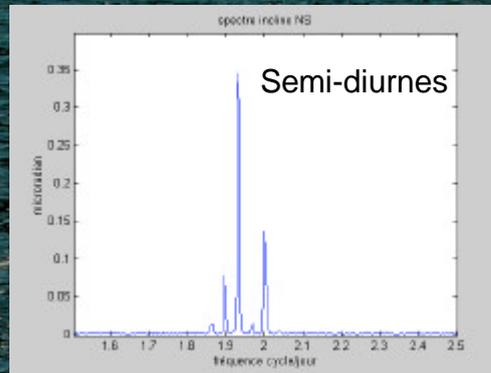
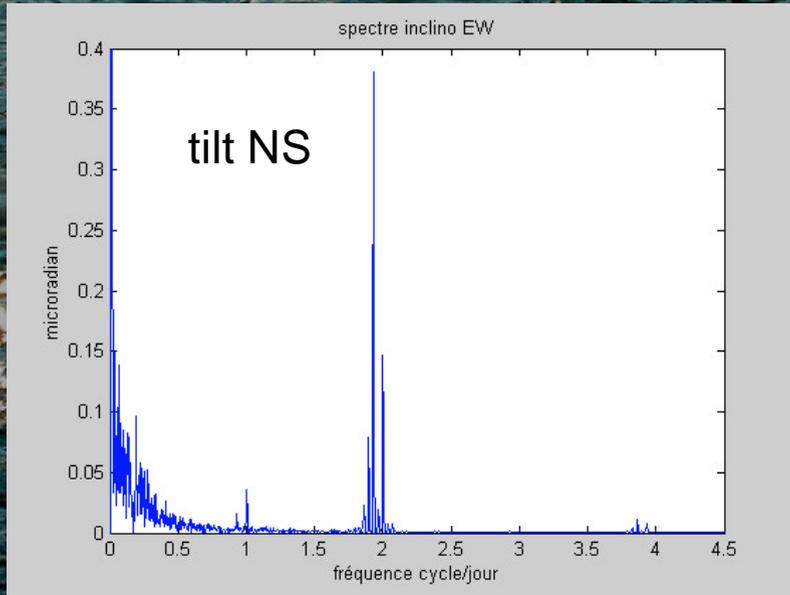


tilt NS

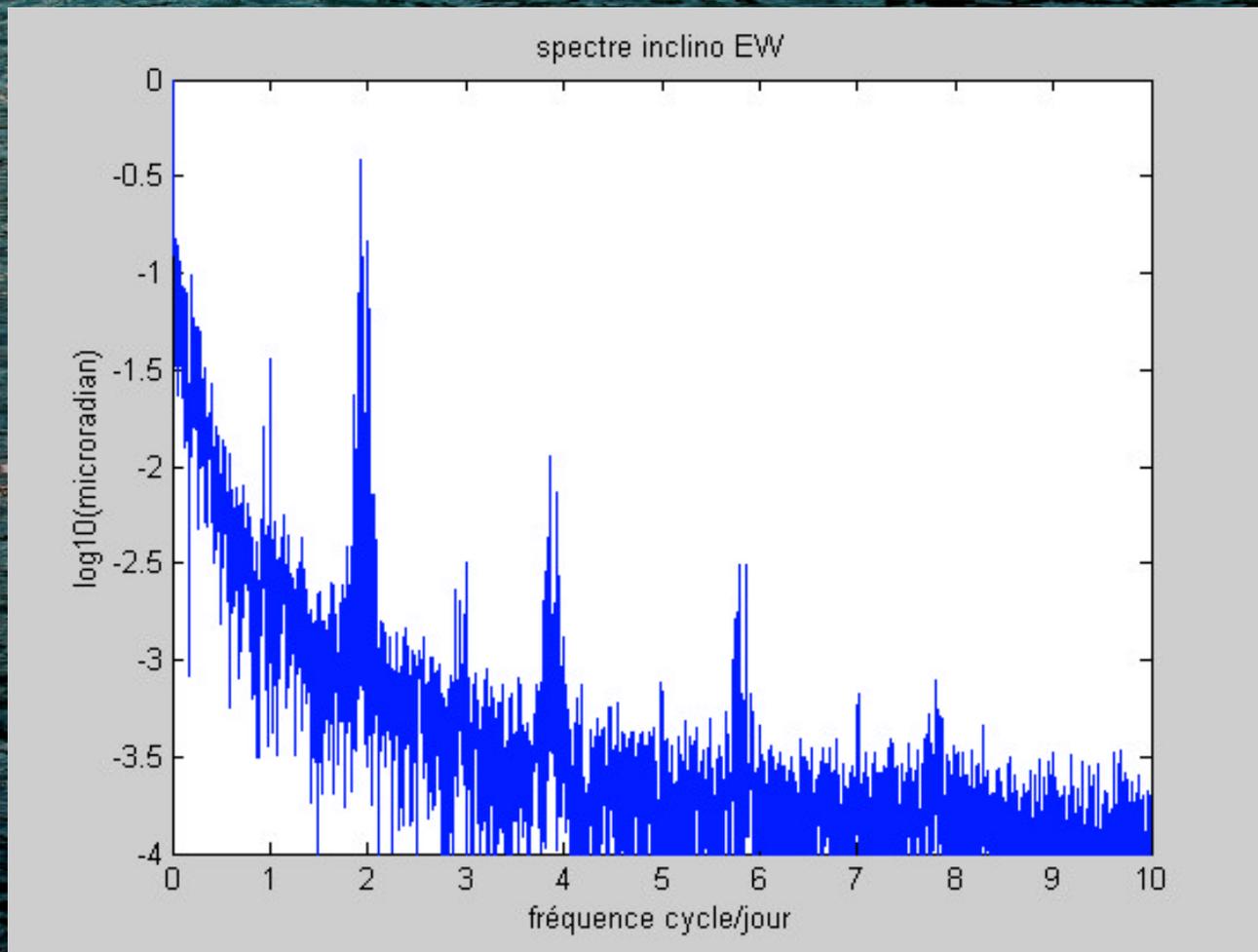


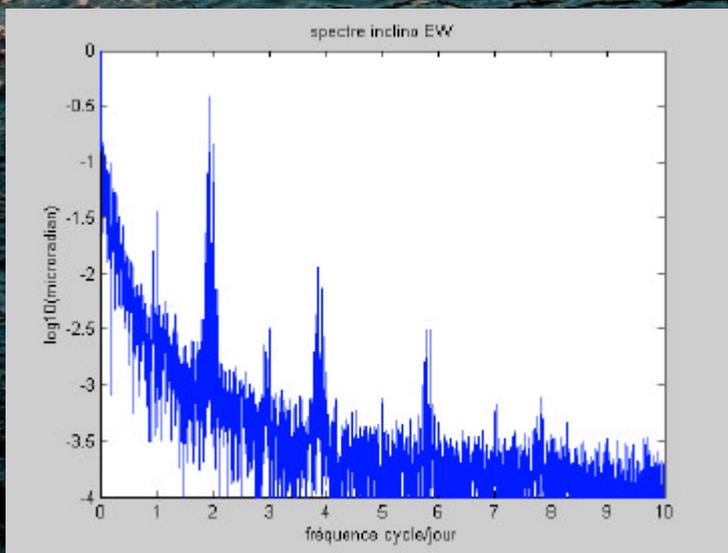
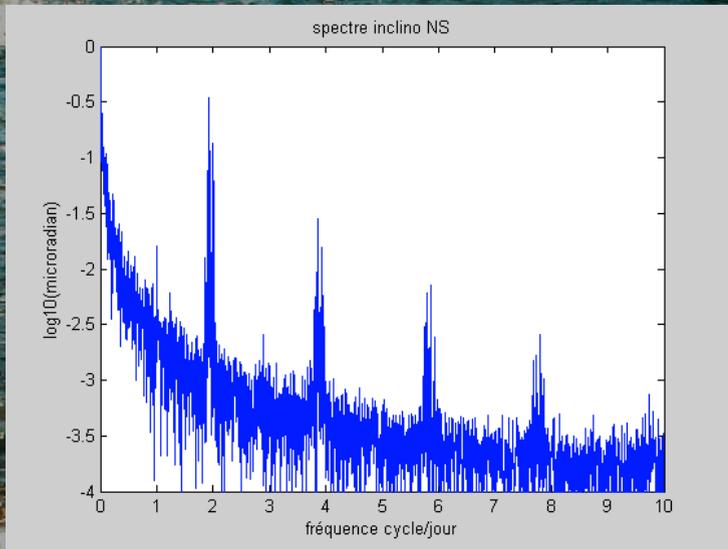
# tilt NS



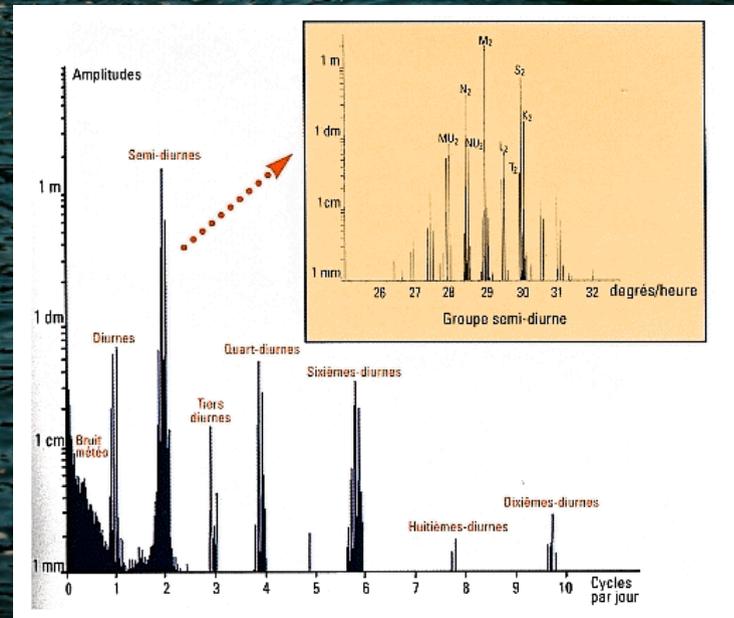


tilt EW

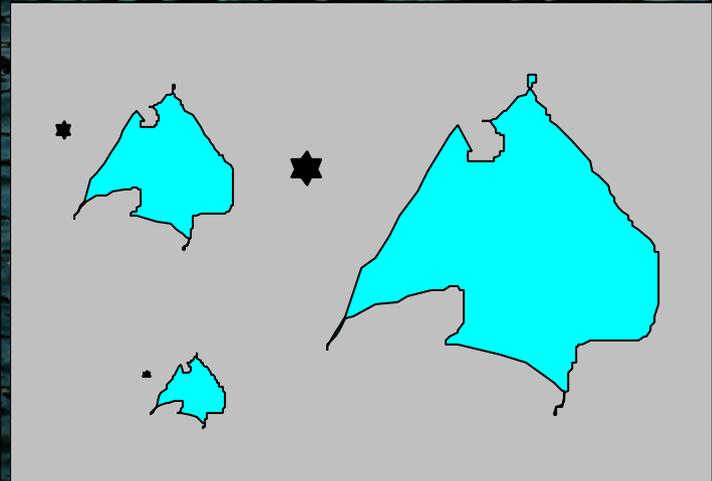
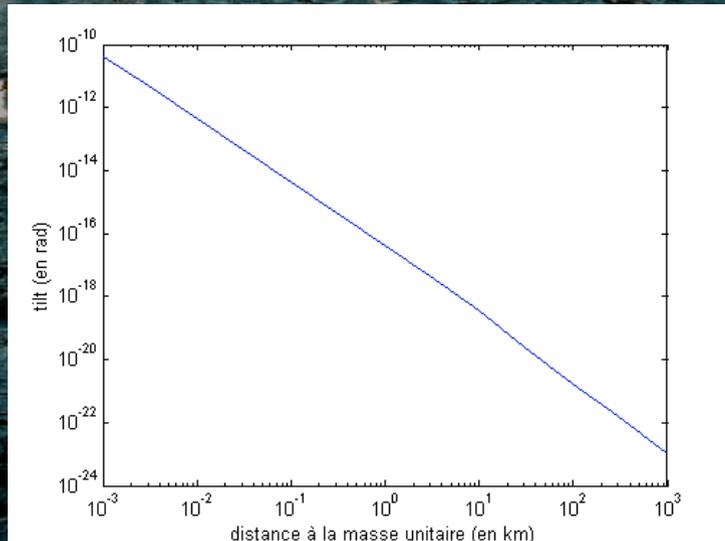




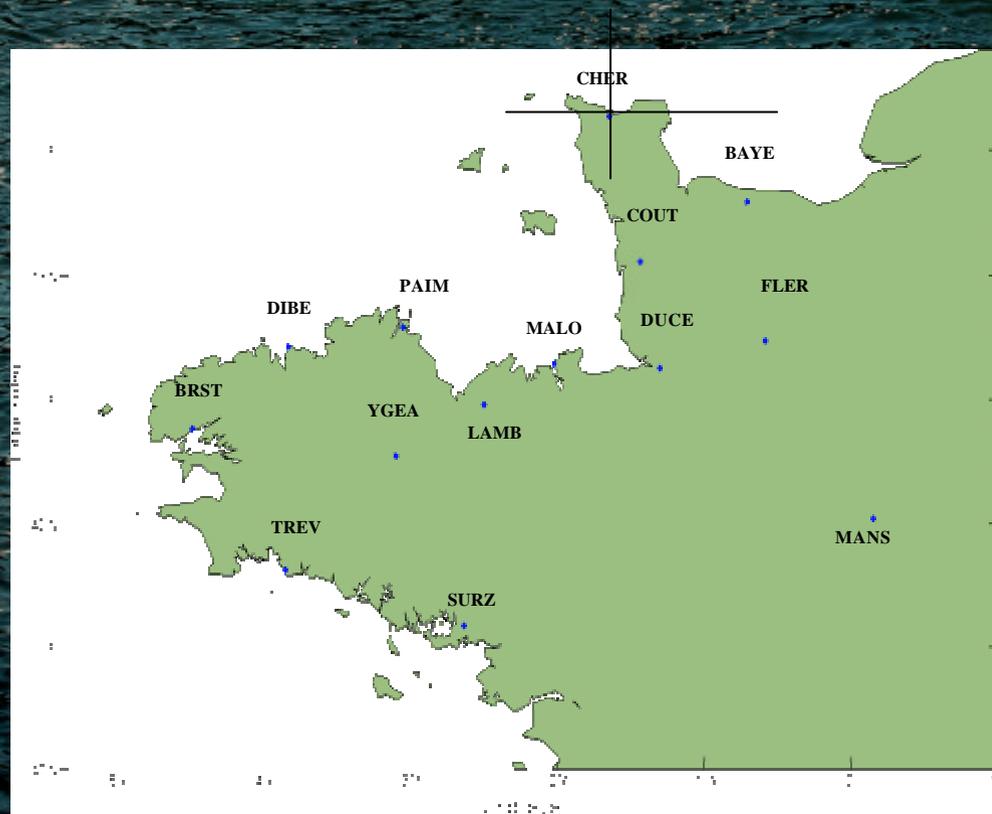
## Comparaison avec le spectre des marées à Brest



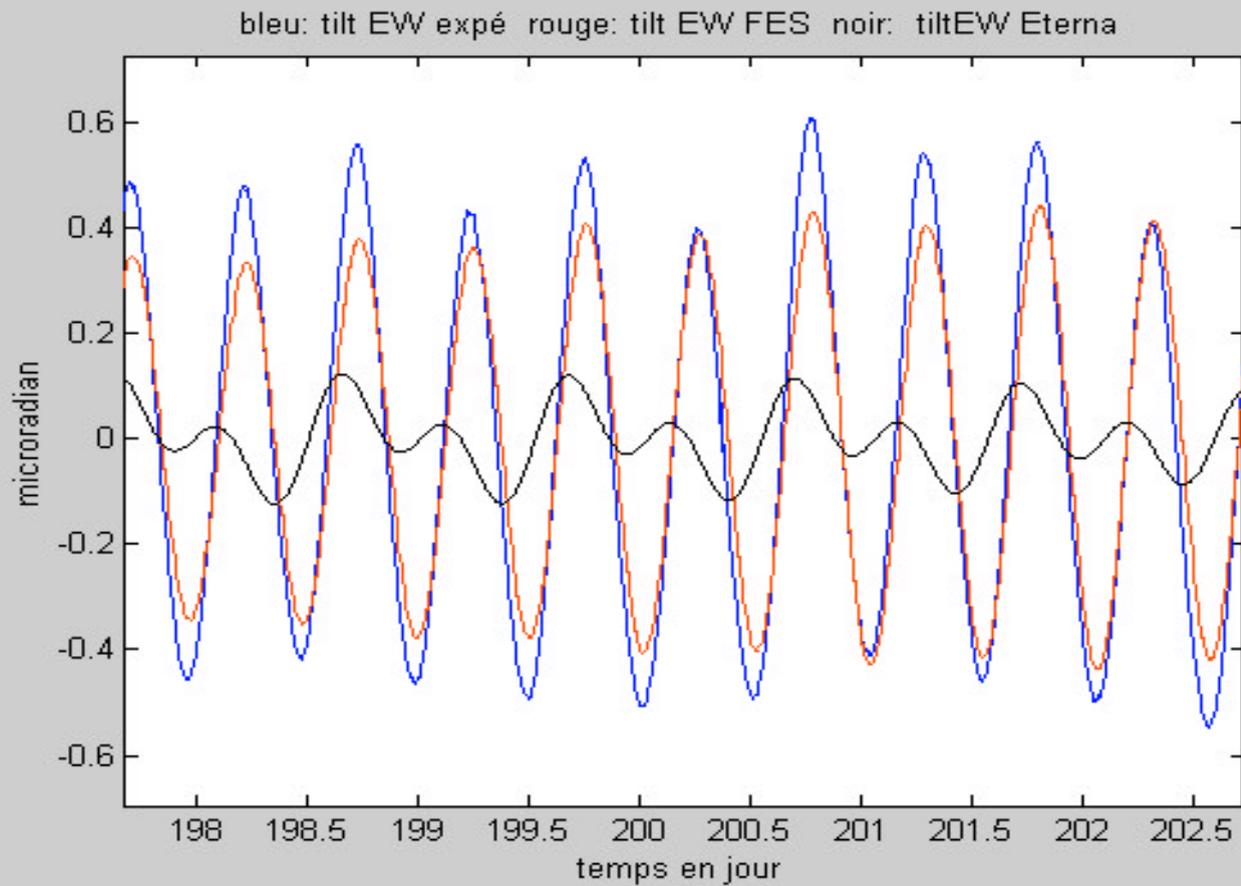
Analyse de la fonction de Green de Pagiatakis:  
elle est donnée à un facteur  $1/r^2$  près  
→ forme d'invariance d'échelle.  
Les fcts de Green de charge habituelles  
sont plutôt en  $1/r$  → plus grande sensibilité  
de l'inclino aux masses proches!!!



Effet de proximité immédiate à Cherbourg:  
comportement NS différent de comportement EW  
- en NS, c'est la moyenne qui détermine l'inclinaison  
- en EW, c'est le gradient EW qui détermine l'inclinaison

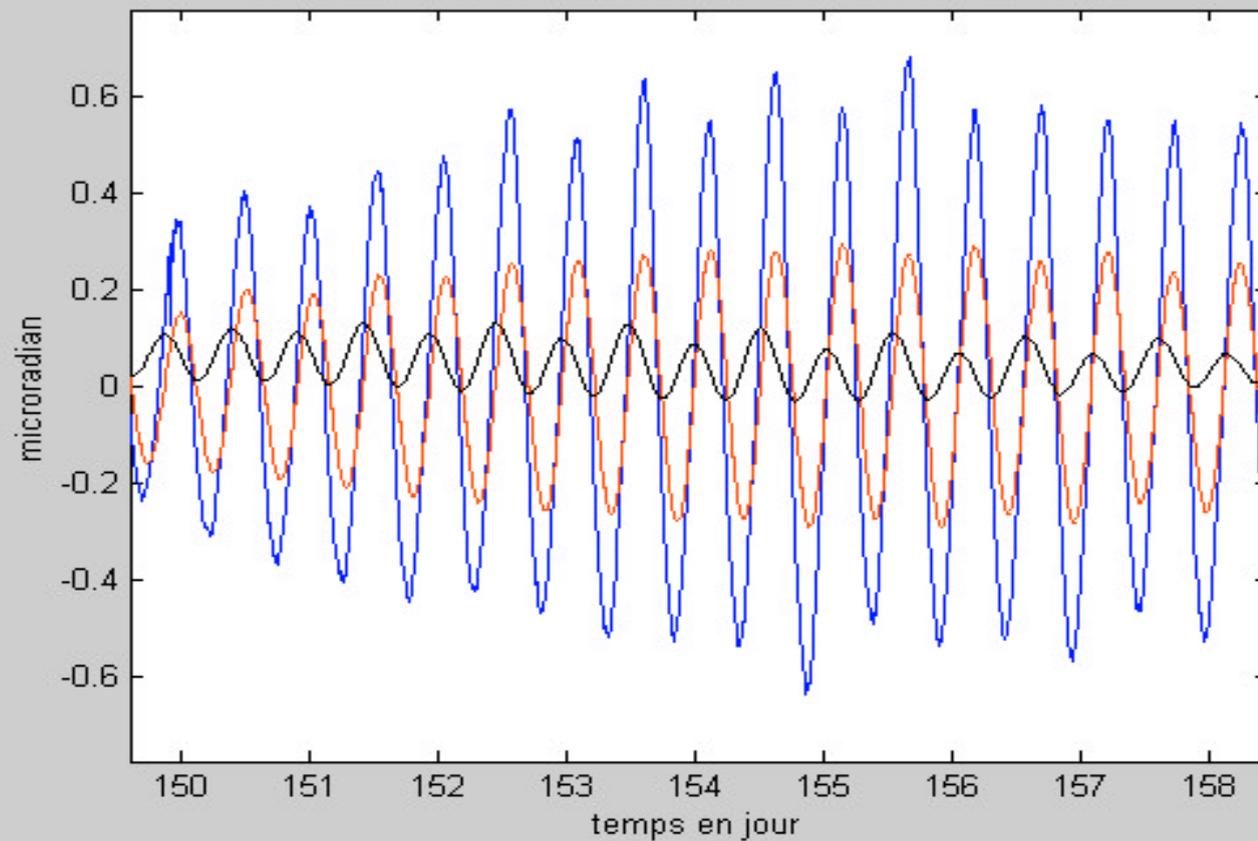


# Signaux Est-Ouest

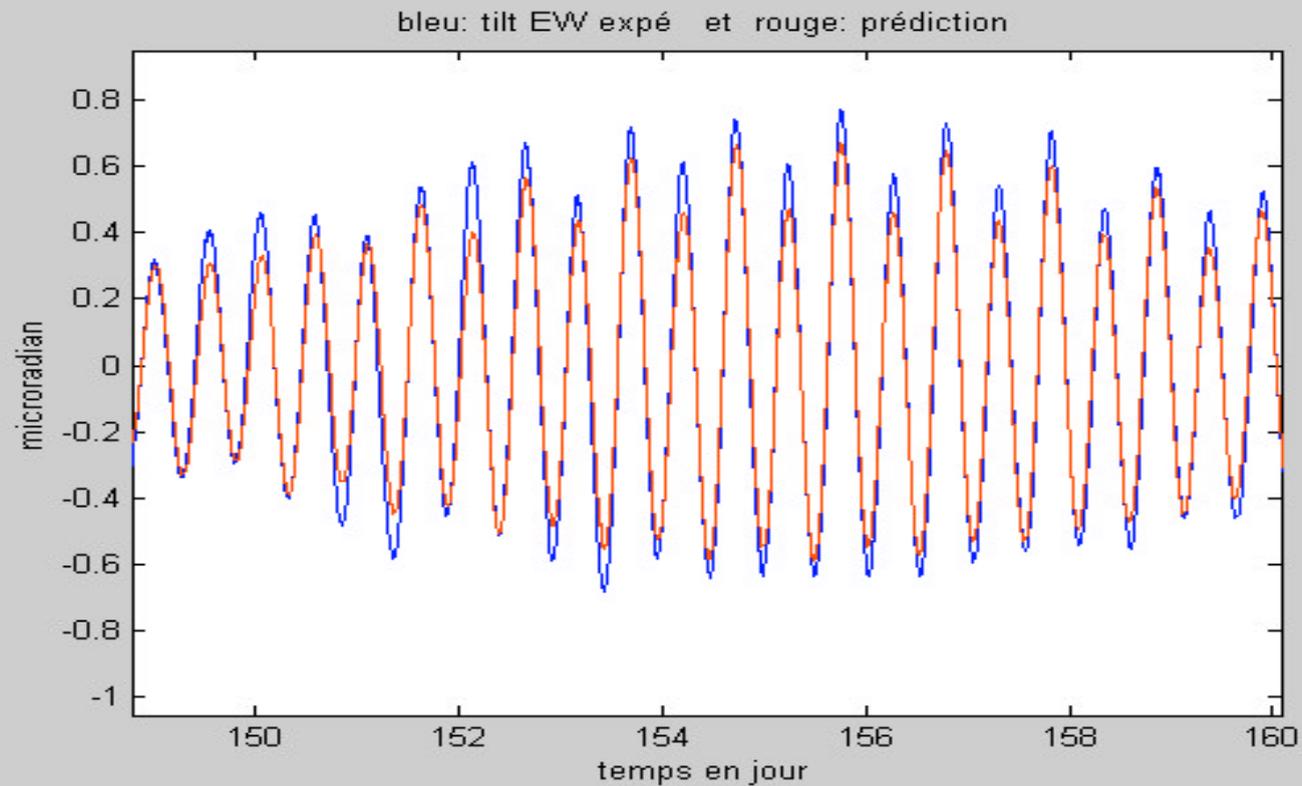


## Signaux Nord-Sud

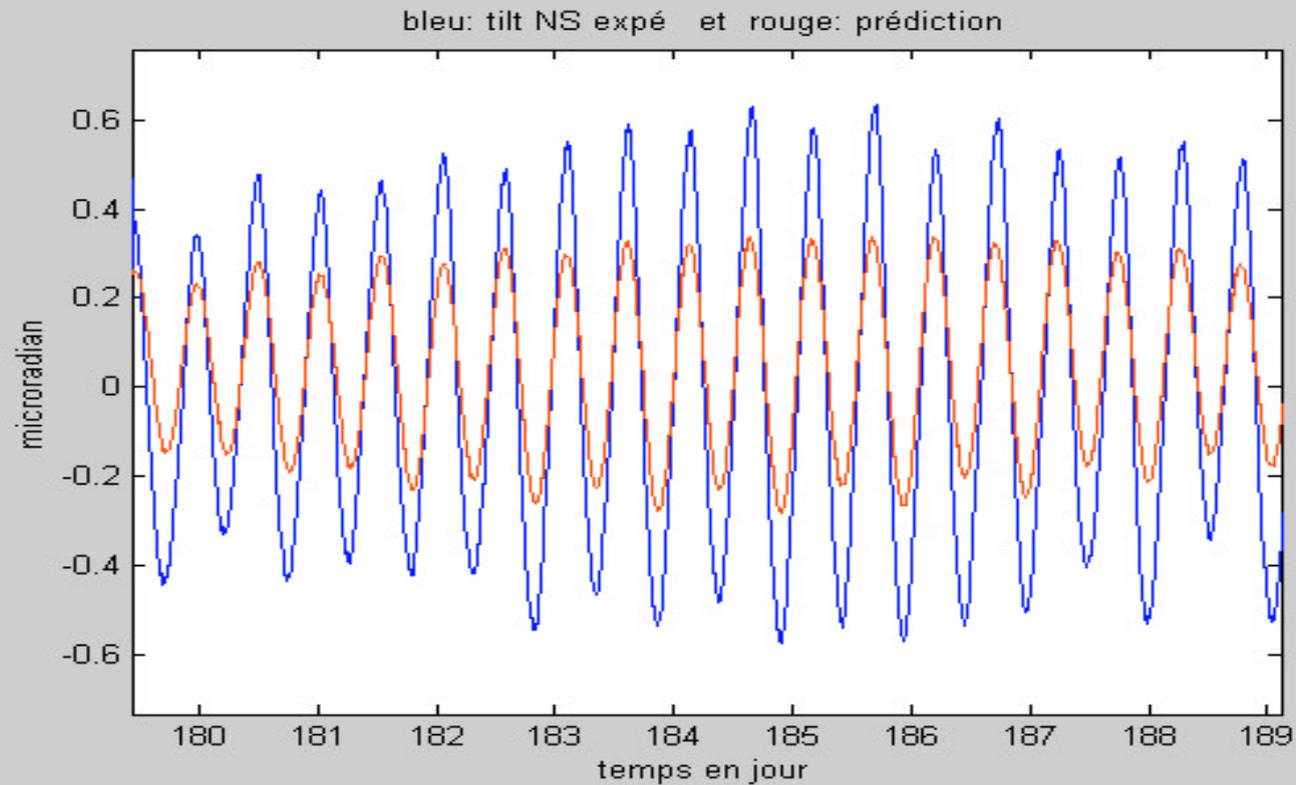
bleu: tilt NS expé rouge: tilt NS FES noir: tiltNS Eterna



# Observé versus prédit en Est-Ouest



# Observé versus prédit en Nord-Sud



# Origine des écarts: modèle de marée? Calibration? Effet de cavité?

## 10.1.2 : Effets de site : effets de cavité.

Les effets de cavité sont souvent invoqués pour expliquer une partie des divergences qui peuvent apparaître entre observations et modèles. Ces effets sont le résultat de la présence d'une cavité dans un milieu homogène, ce qui en modifie les conditions aux limites et donc modifie en conséquence la contrainte (« strain ») dans les parages de cette cavité [King et Bilham, 1973], [Berger et Beaumont, 1976], [Huiqin, 1988].

Il est reconnu que ces effets peuvent être très importants pour des instruments courtes bases si leur localisation est inadaptée. Cependant, il a été démontré [Harrison, 1976a] que ces effets sont inexistant dans l'axe d'une galerie de section circulaire et de longueur infinie, et sont négligeables dans l'axe d'une galerie de longueur au moins 20 à 25 fois supérieure au diamètre de sa section.

Estimation de l'effet de cavité: seul un calcul d'ordre de grandeur est réalisable rapidement...

## Conclusions:

- \* excellent S/N →
- bon outil pour les surcharges de proximité
- outil performant de validation des *modèles en particulier pour les non linéaires*. On profite du caractère intégratif du phénomène

- \* effets de cavité: travailler sur des rapports d'amplitudes

Remarque: ces deux inclinés sont maintenant hors fonction et attendent des moyens pour être déménagés de Cherbourg à Chizé.

Merci à Karim et Marie-France

