

# L'expérience ANTARES



<http://antares.in2p3.fr>

**Yvonne  
Becherini**

7 physiciens



2 post-docs



3 thésards



A. Kouchner, J. Aublin  
(APC - Paris VII)



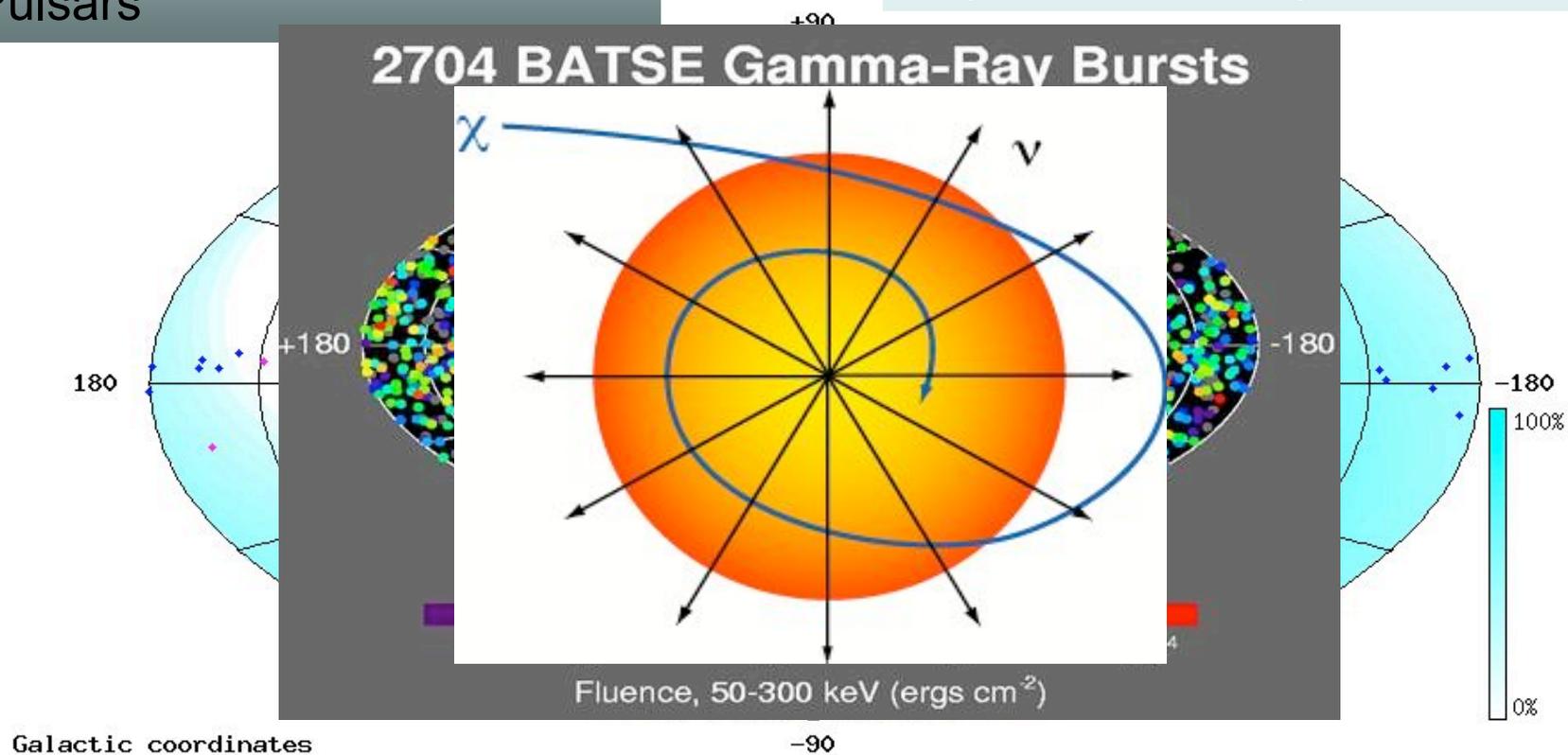
C. Donzaud (IPNO - Paris XI)



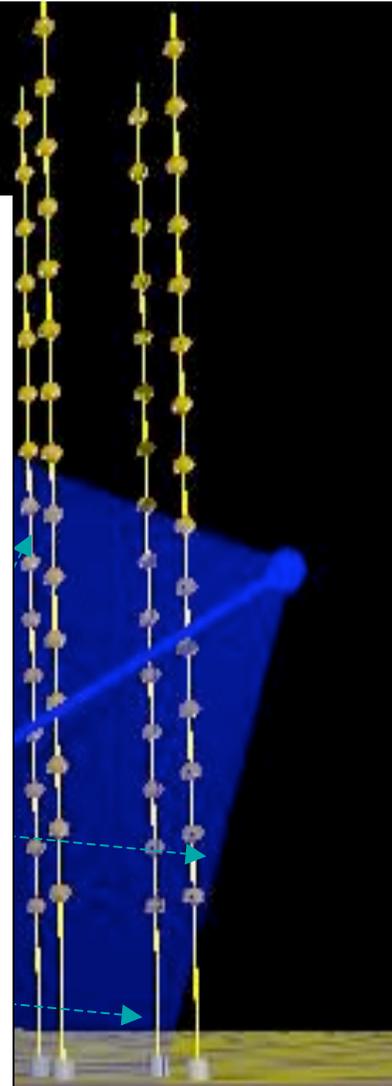
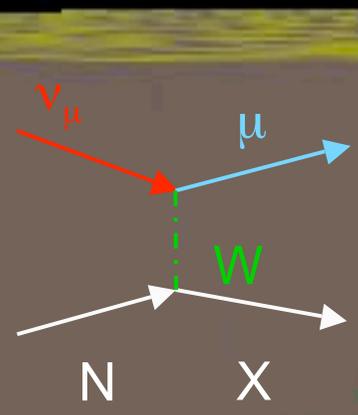
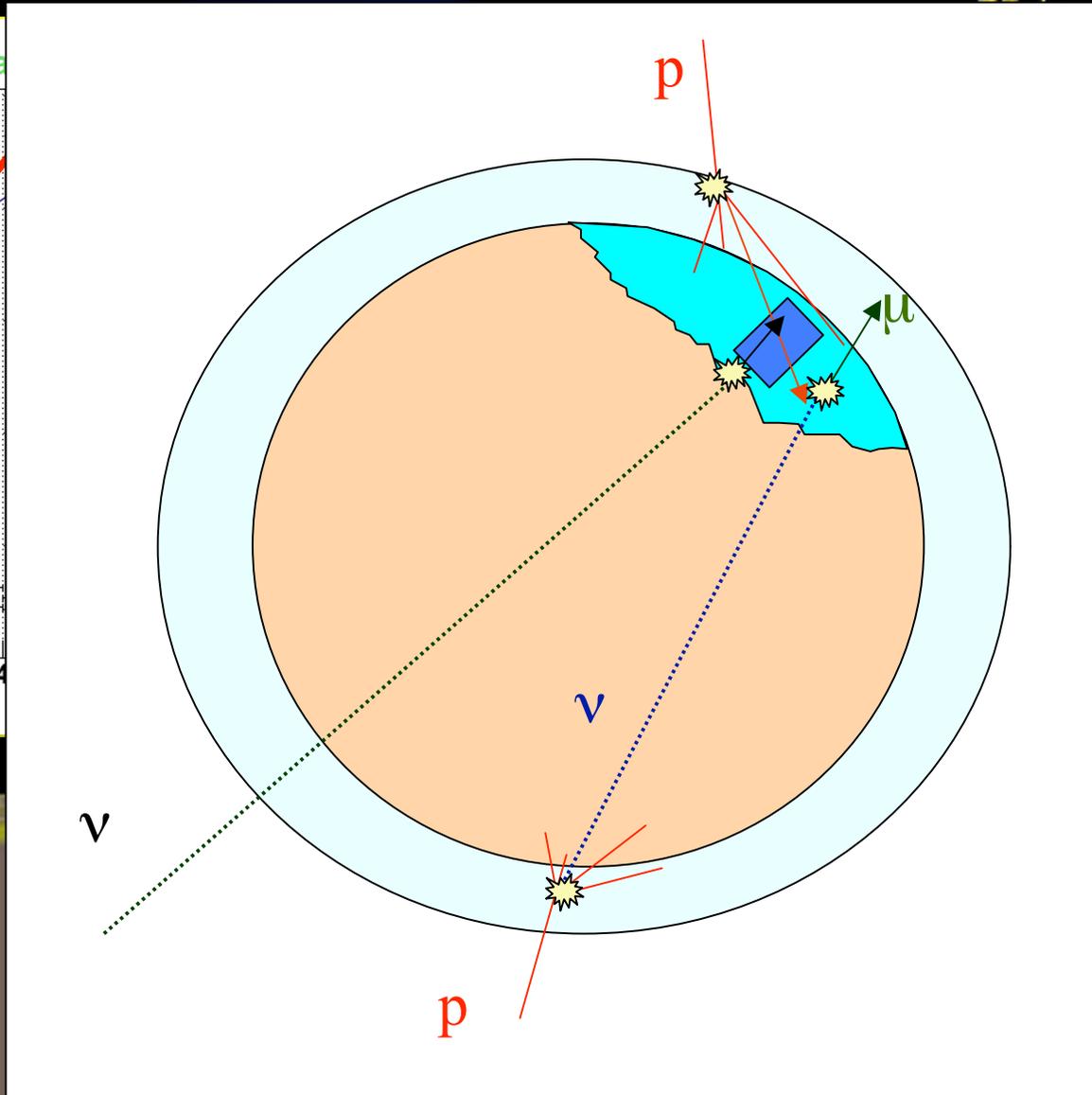
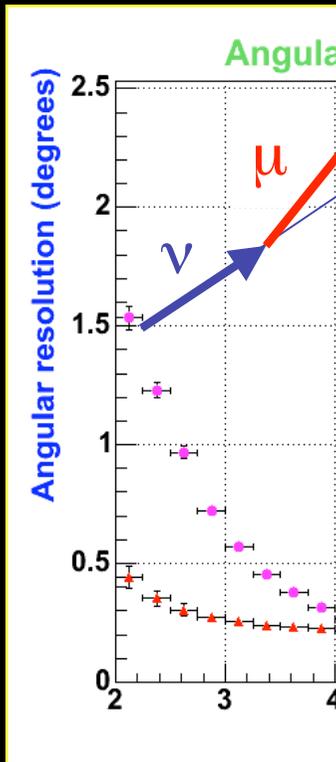
# Astronomie neutrino et recherche de matière noire

Jeunes restes de Supernovae  
Micro quasars  
Pulsars

Emetteurs de sursauts gamma  
Noyaux actifs de galaxie



# Détection des neutrinos de haute énergie

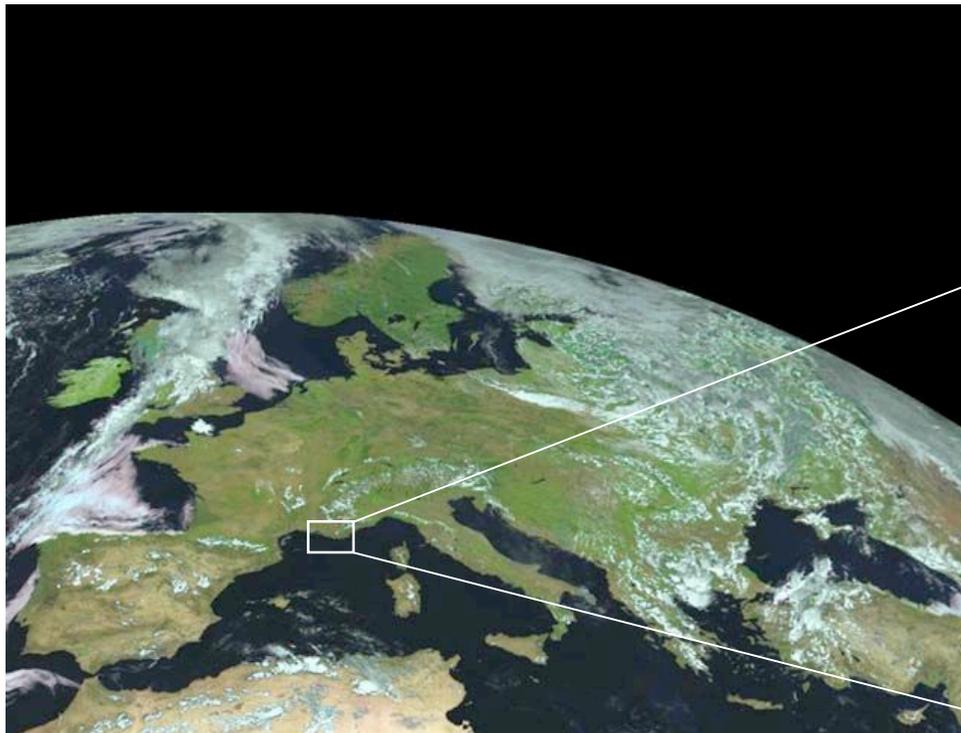


action  $n \sim 1,35$   
 au passage d'un  $\mu$   
 MT  
 s temps et

interaction les positions des signaux.

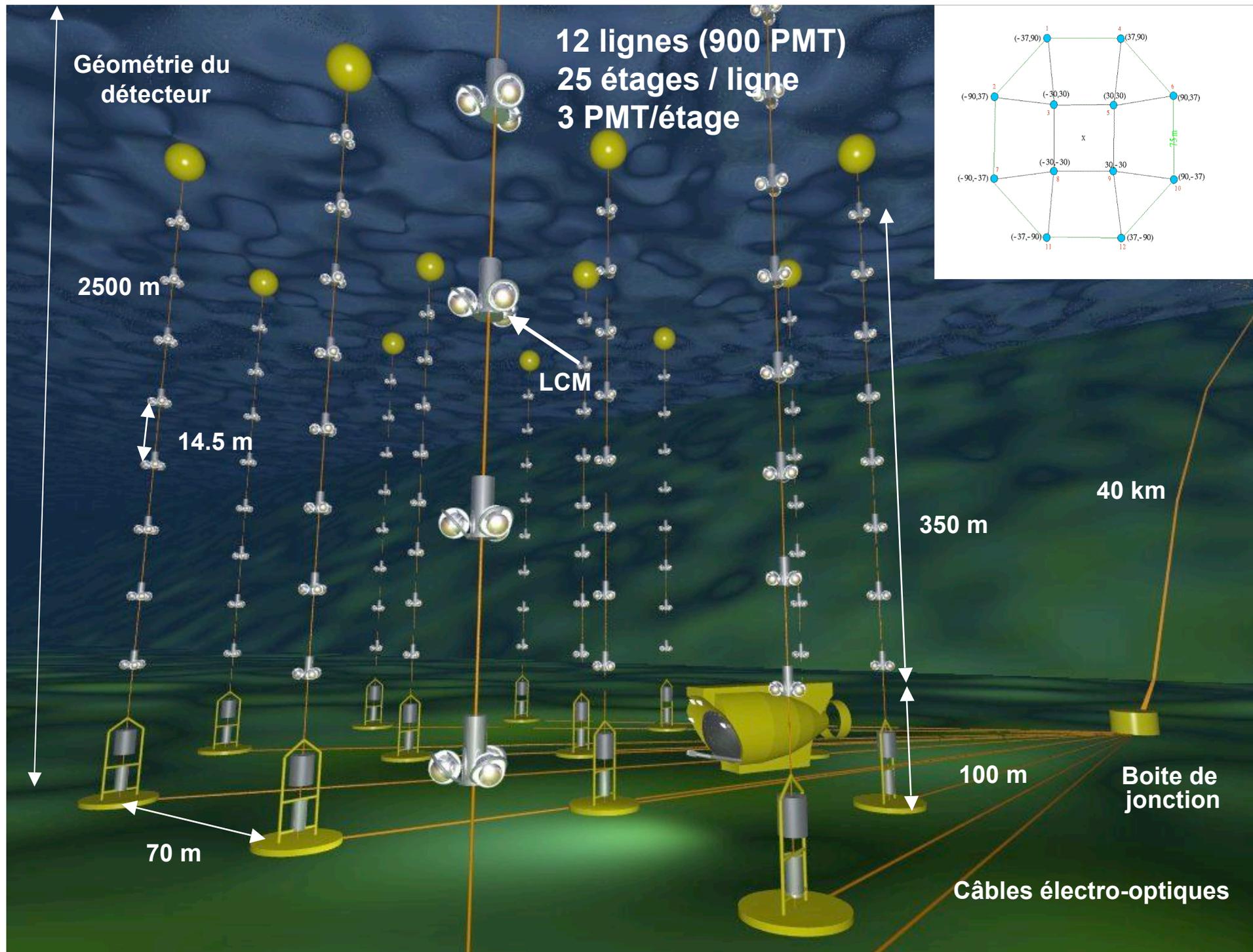
# Site d'ANTARES La Seyne-sur-Mer (Toulon)

42° 50' N    6° 10' E

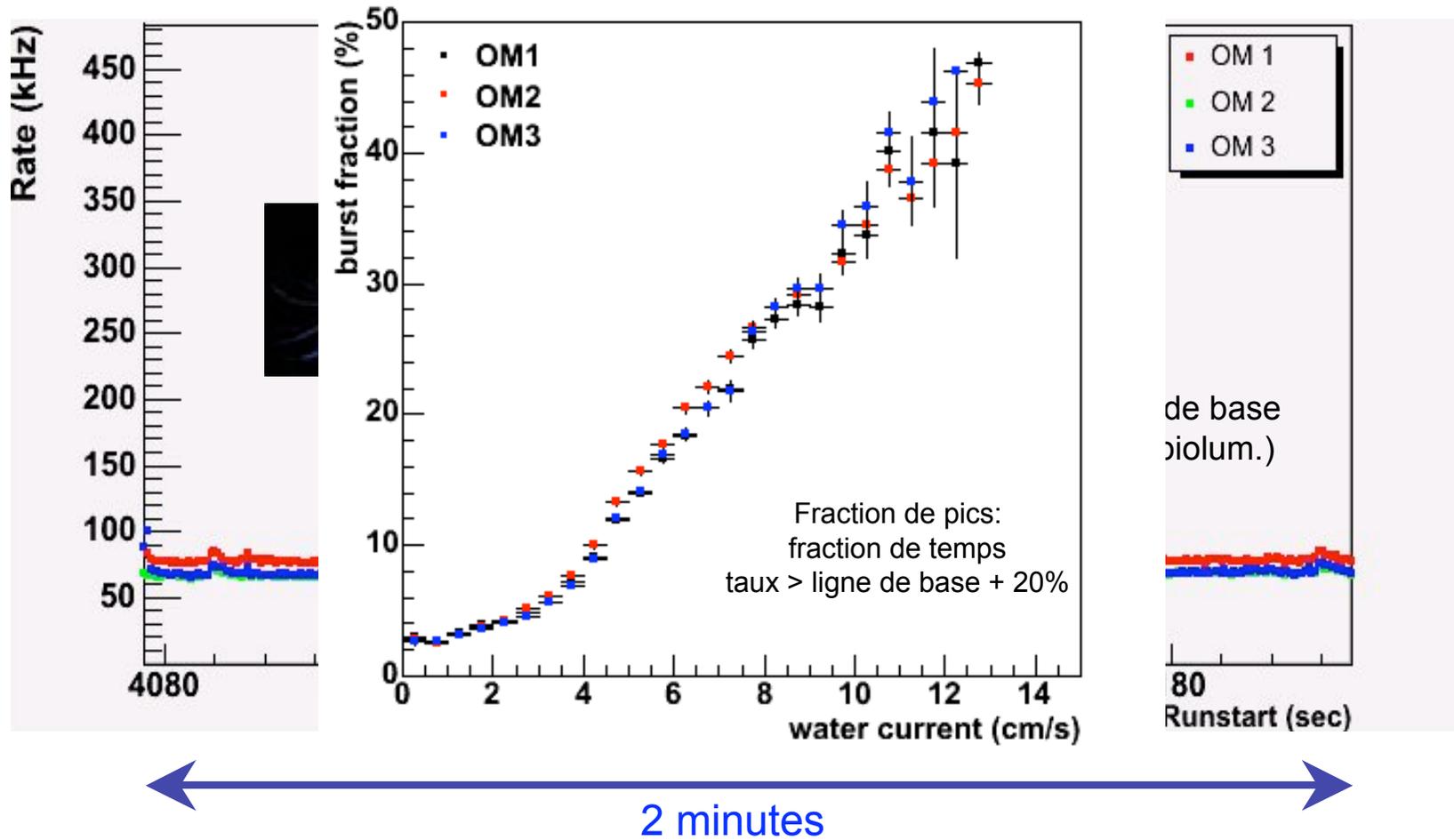


## Station de contrôle Institut Michel Pacha

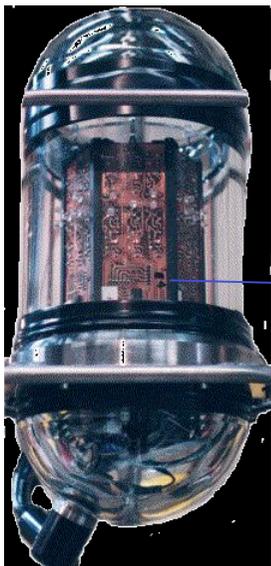




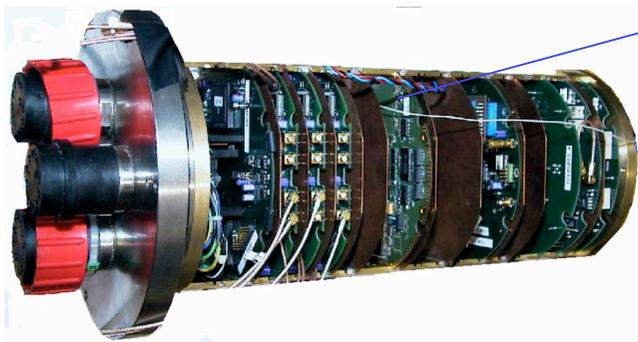
# Bruit de fond optique



# Eléments de l'étage

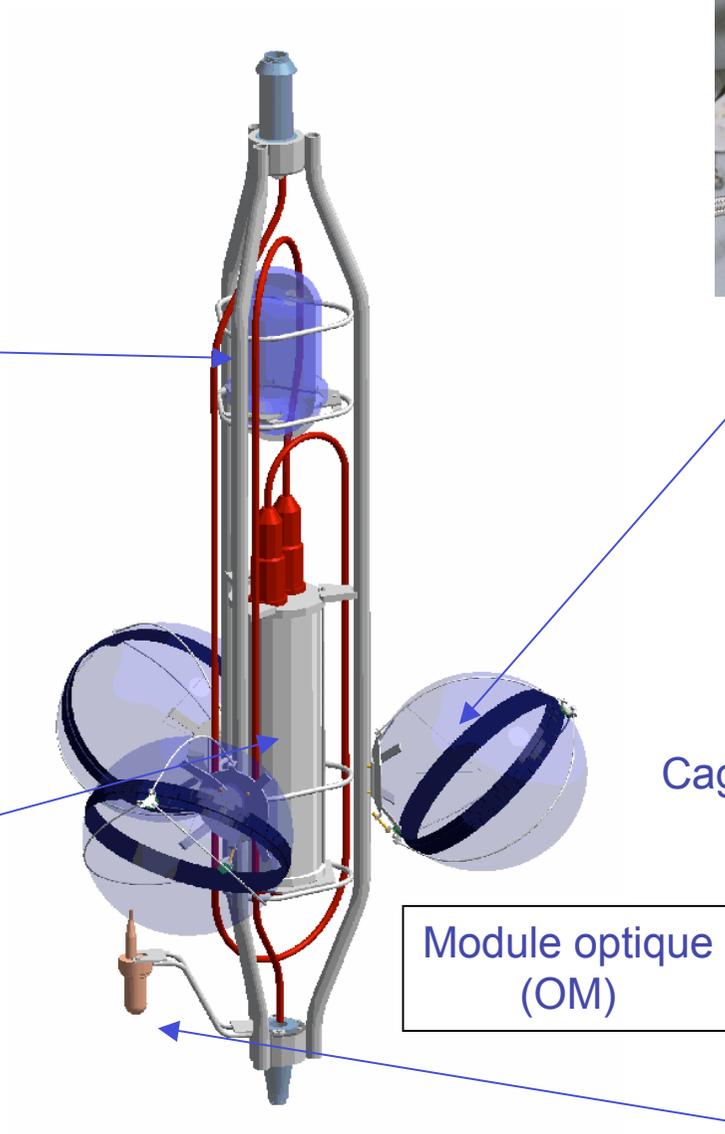


Balise LED pour les calibrations en temps



Module de contrôle local

Yvonne Becherini



10" PMT



Cage (barrière magnétique)



Hydrophone RX

ANTARES - CEA DAPNIA SPP

7/27

# Activités au Dapnia

- Evaluation des sites
- Tests R&D

Chef de projet : P. Lamare

- 930 modules optiques (production et tests)
- Électronique
  - Puce « ARS »
  - Carte processeur (DAQ)
  - Carte « Bidicon »
  - Concentrateur Ethernet
- Mécanique (câbles et connectique)

## Construction

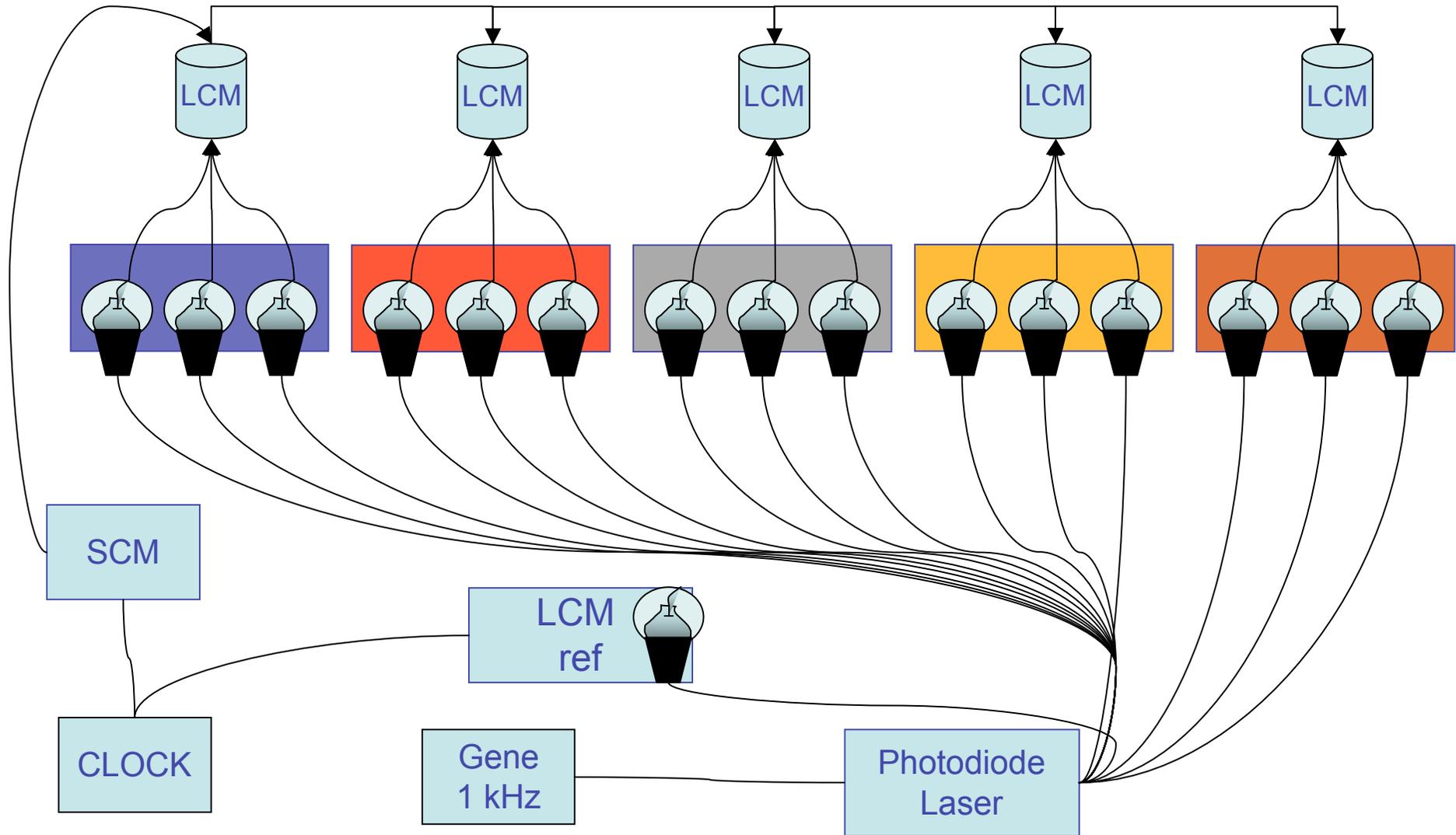
- Intégration, assemblage, calibration des lignes

## Exploitation des données

- Performance du détecteur
- Reconstruction des muons
- Analyse



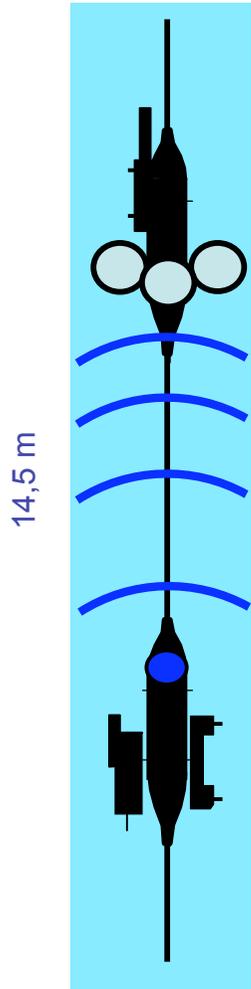
# Calibration en temps et en charge des secteurs à Saclay



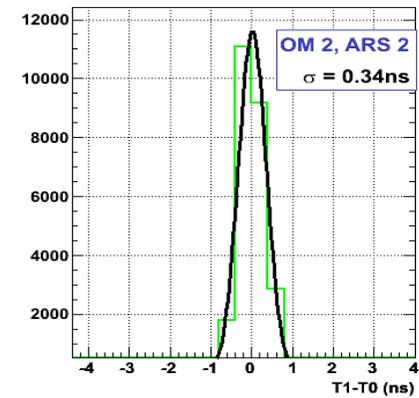
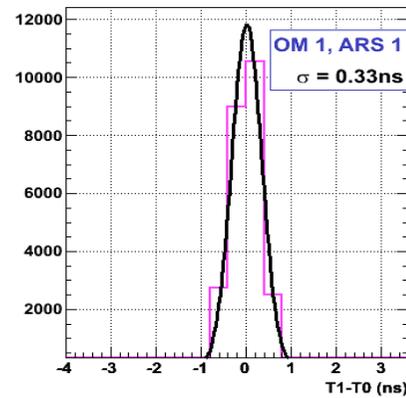
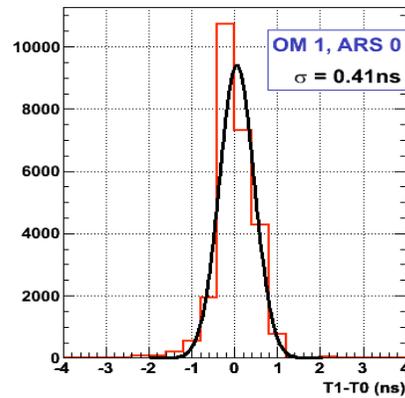
# Ligne à Foselev Marine (La Seyne-sur-Mer)



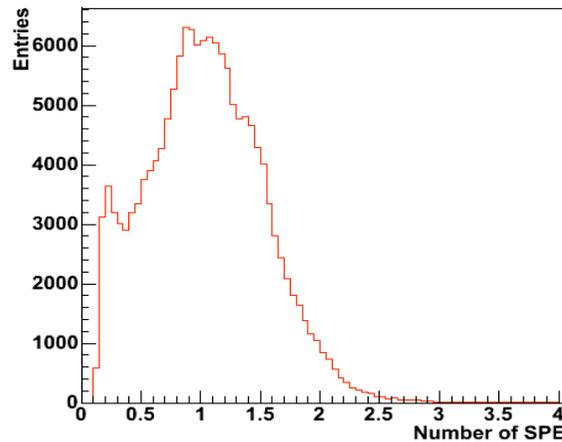
# 2005 MILOM



## Calibrations en temps avec la balise LED



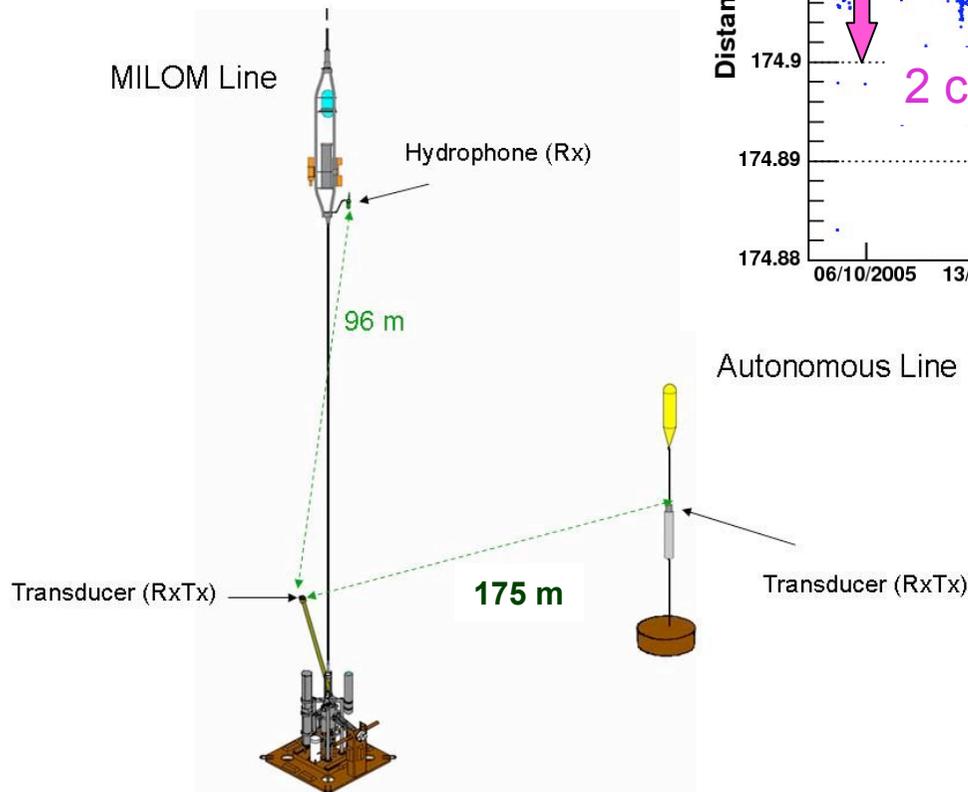
Différence en temps entre les modules optiques et le PMT interne de la balise LED



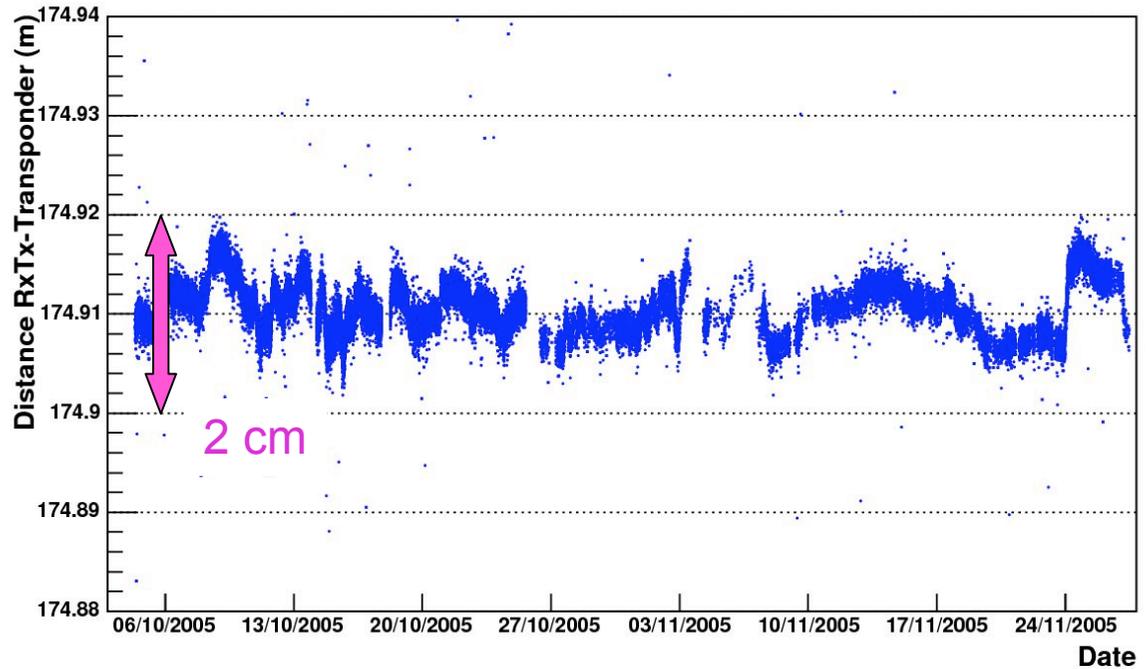
Pic du photoélectron  
( $^{40}\text{K}$  et bioluminescence)

# 2005 MILOM: système de positionnement acoustique

Précision requise sur la position 3D des modules optiques est de ~ 10 cm.



Yvonne Becherini



ANTARES - CEA DAPNIA SPP

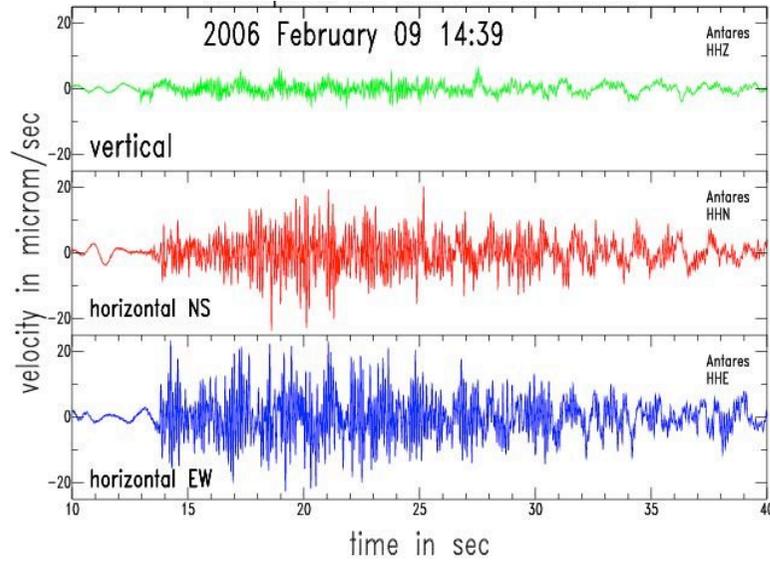
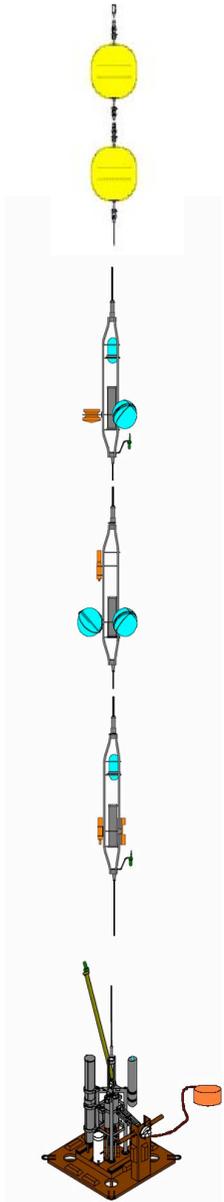
Sound velocimeter



1545 m/s

13/27

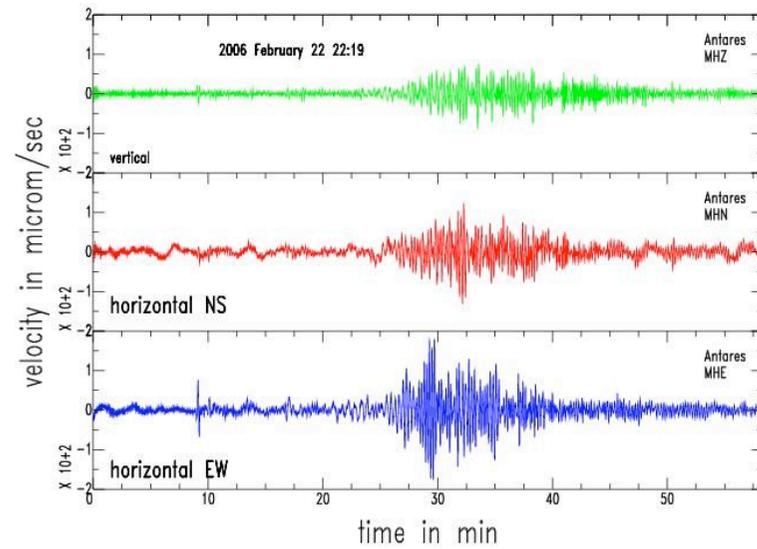
# Mesures sismiques en continu



Lavandou (France)  
9 février 2006



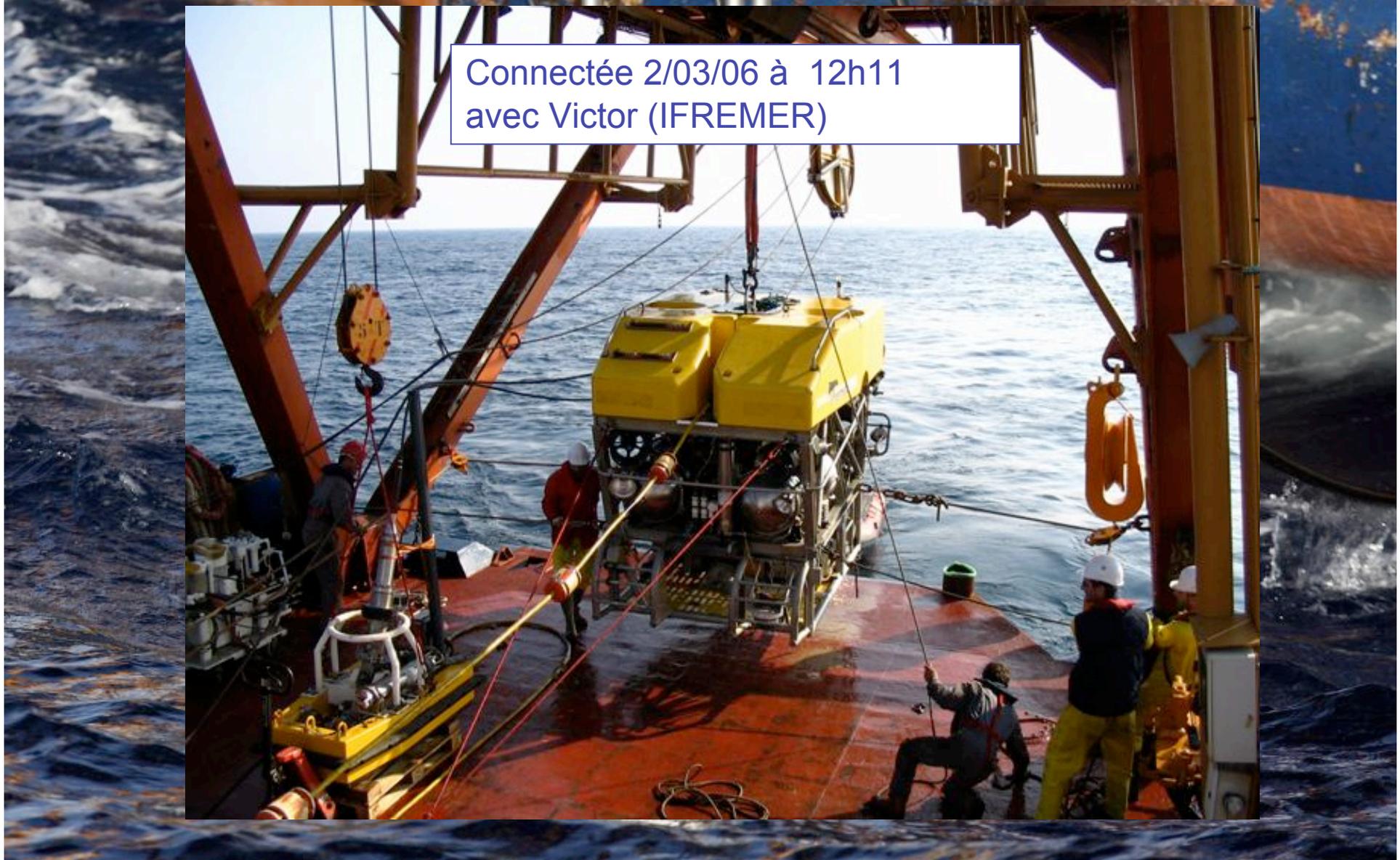
Mozambique  
22 février 2006



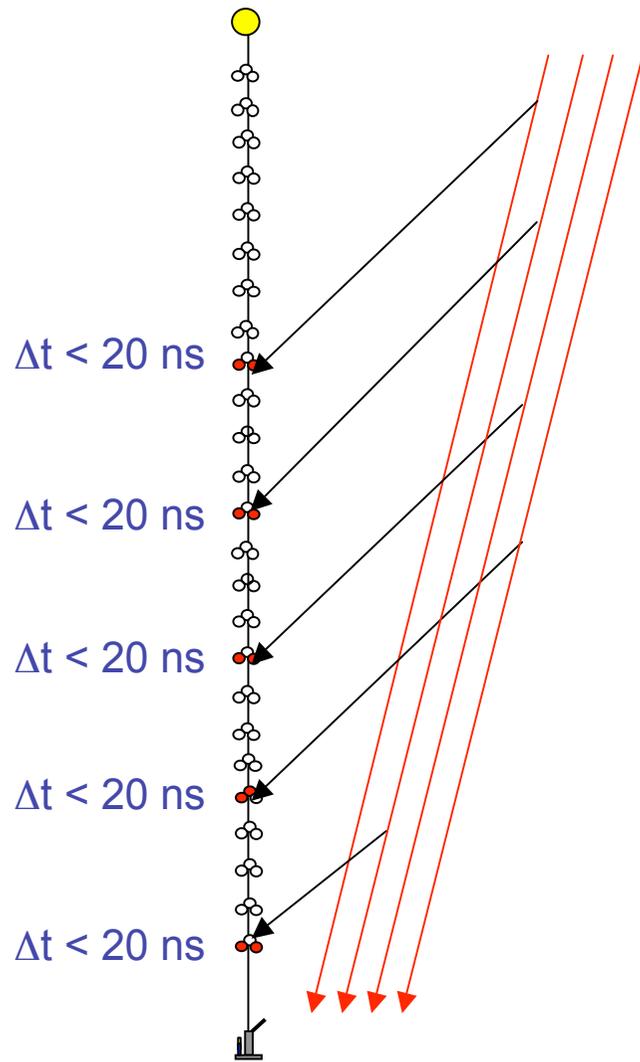
2006: Ligne 1!!

Déployée 14/02/06

Connectée 2/03/06 à 12h11  
avec Victor (IFREMER)



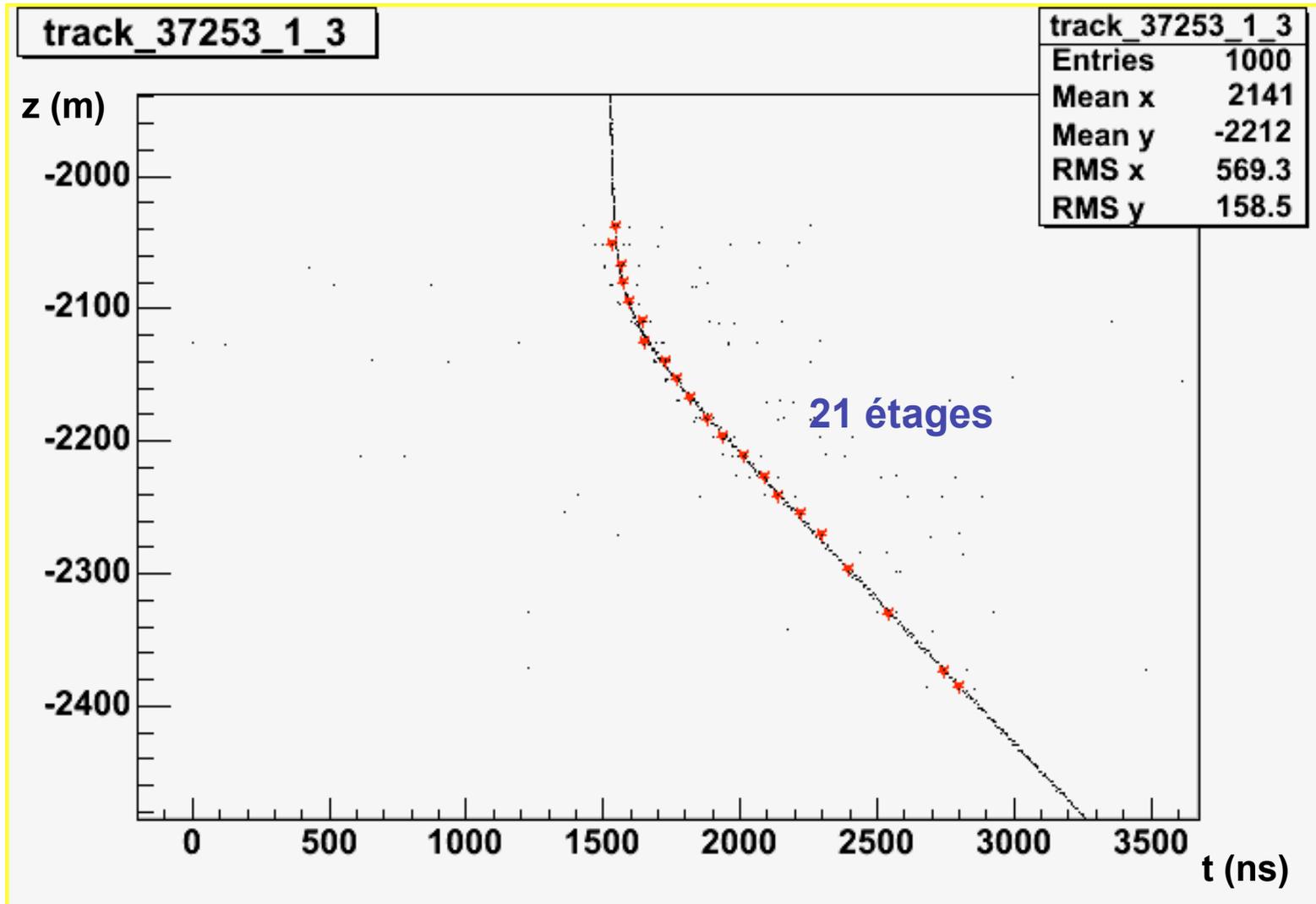
# Reconstruction des muons



- Filtrage des données en ligne
  - Déclenchement local L1: coïncidence < 20 ns sur un étage
  - 5 L1 en coïncidence
- Ligne seule
  - faible sensibilité sur l'azimut
  - ajustement à 4 paramètres par minimisation du  $\chi^2$

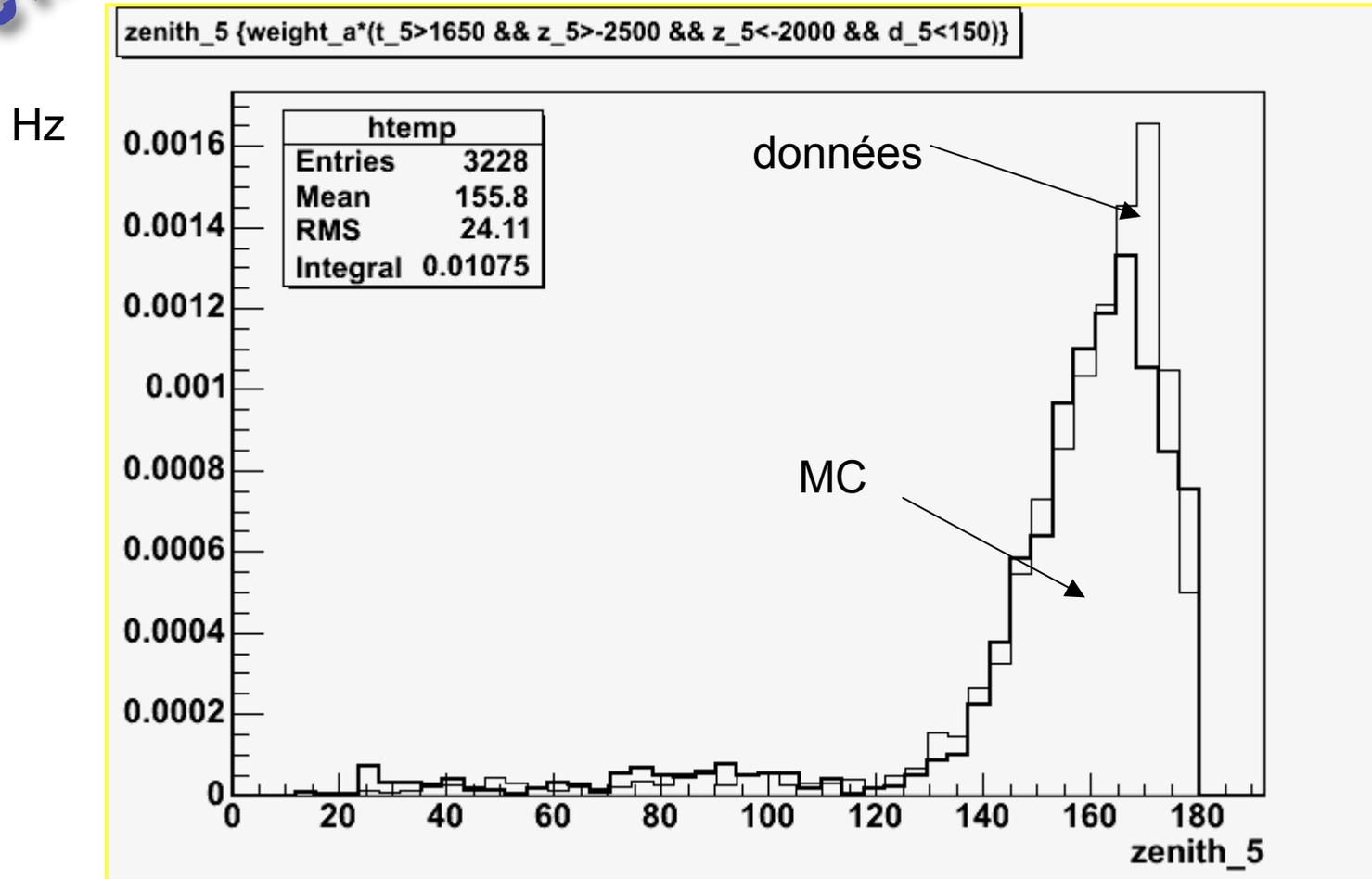
$$c(t_i - t_0) = (z_i - z_0) \cdot \cos \theta + \operatorname{tg} \theta_c \cdot \sqrt{d^2 + (z_i - z_0)^2 \sin^2 \theta}$$

# Run 22980, time slice 37253

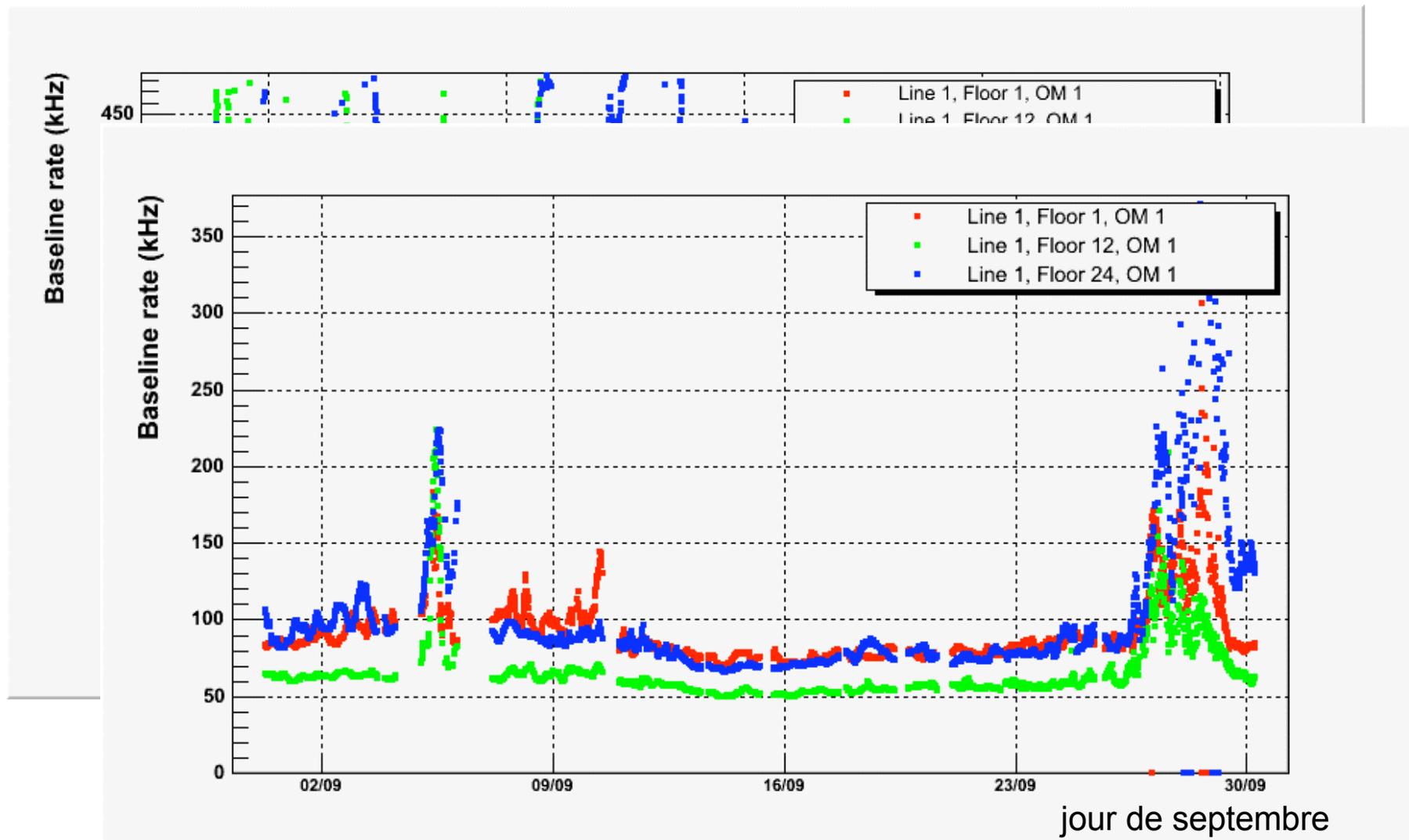


Préliminaire

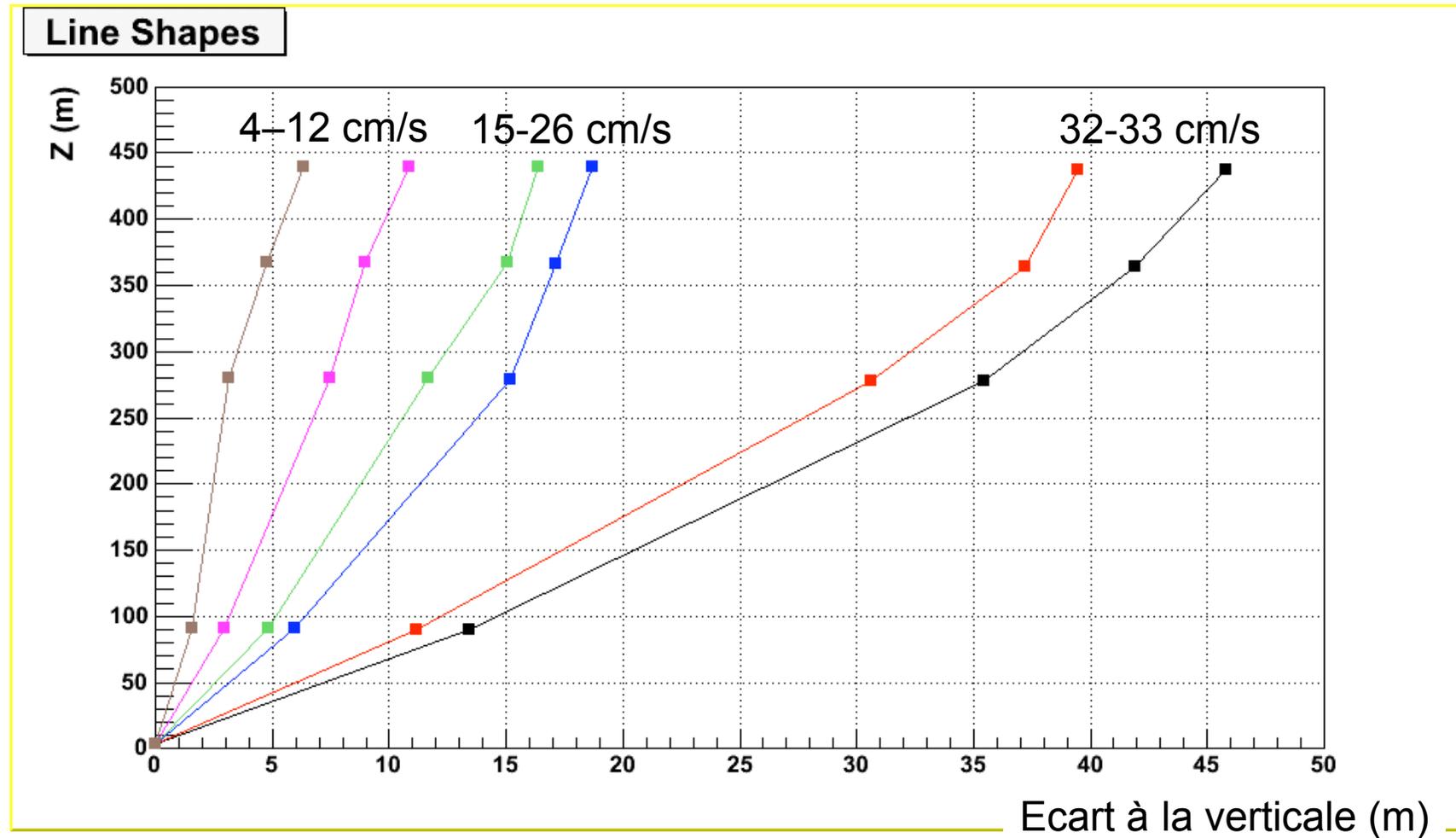
# Ligne 1: distribution angulaire



# Taux de comptage sur la Ligne 1

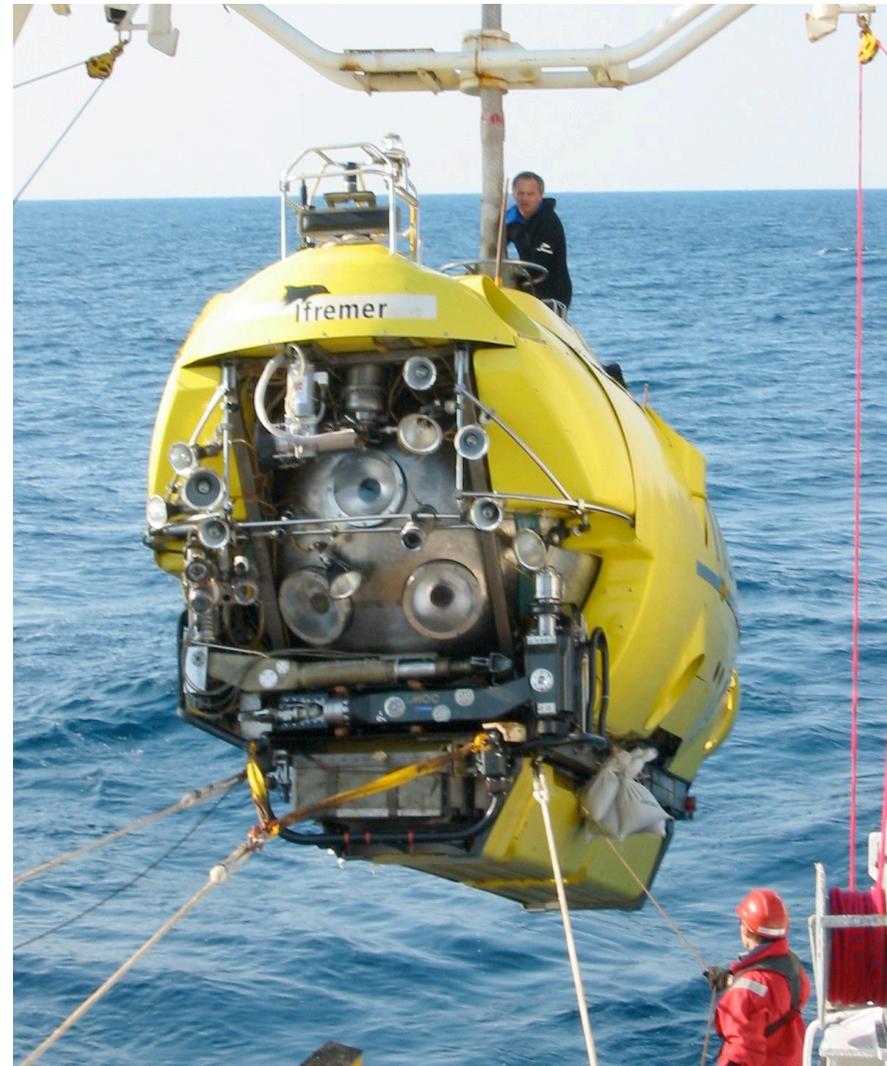


# Forme de la ligne 1 (données acoustiques)

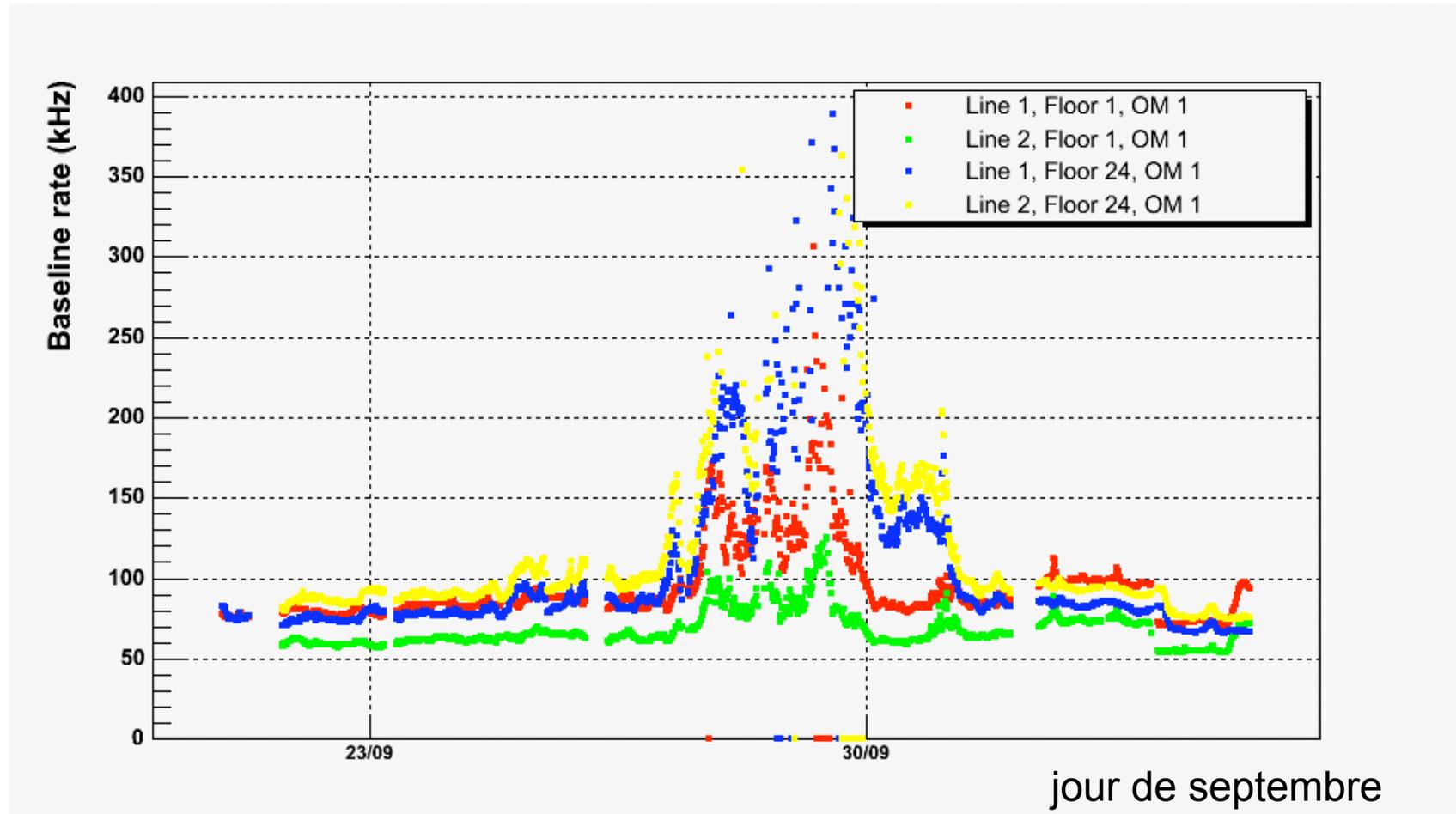


## 2006: Ligne 2

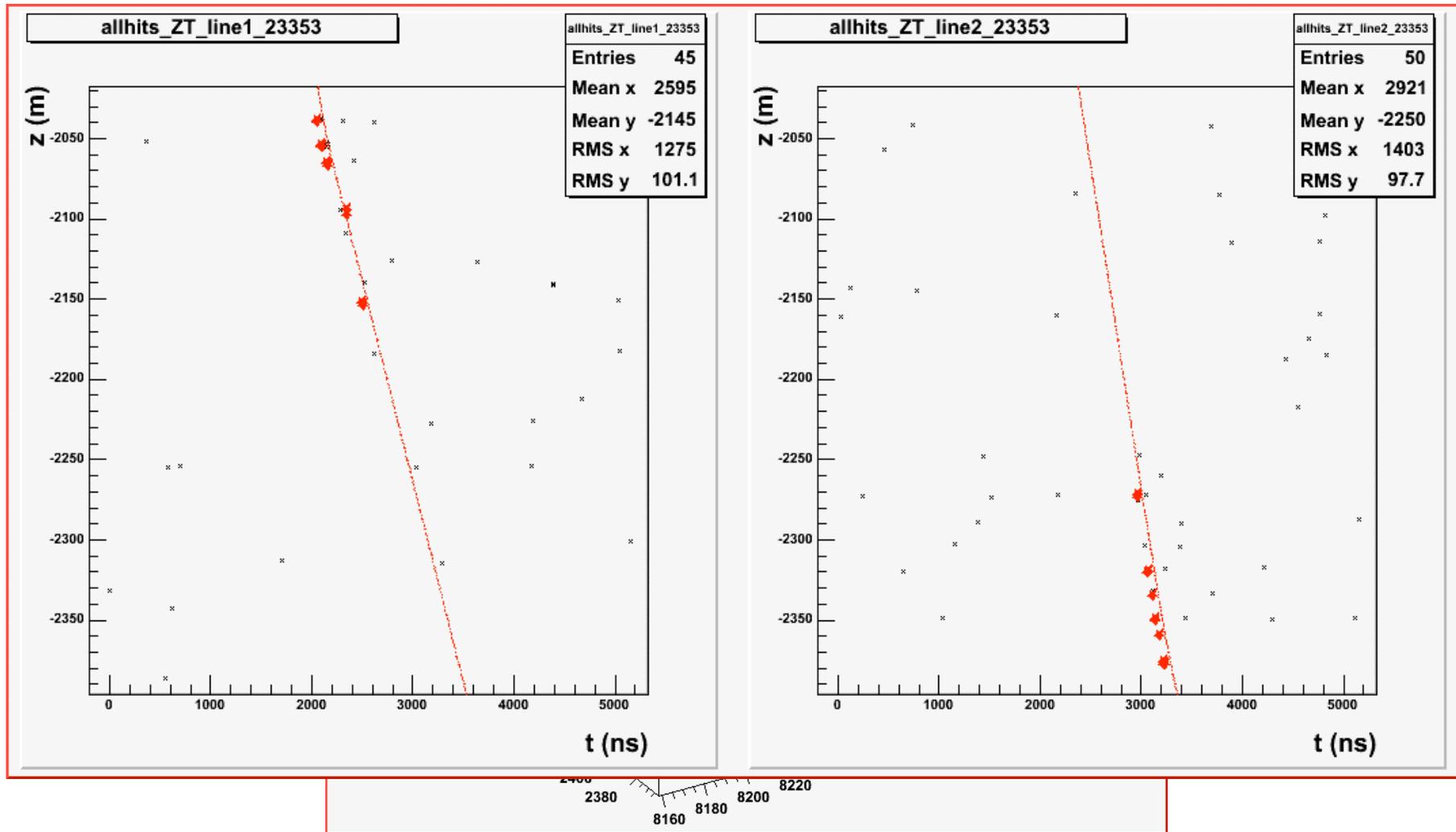
- Déployée fin juillet
- Connectée 21/09 avec le Nautille (IFREMER)
- Début de l'intégration à Saclay
  - 5 lignes à Saclay, 5 lignes à Marseille
- Validation du nouveau câble électro-optique
- Reconstruction 3D



## Taux de comptage sur les deux lignes



# Événement à 2 lignes



# Le futur...

- Ligne 3 prête le 19 octobre
  - En intégration au bât. 546
- Lignes 3, 4 (et 5 ?) connectées en janvier 2007
  - déployées avant fin 2006
  - Neutrinos atmosphériques
- Septembre 2007
  - Mise en opération des lignes 6, 7, 8 et 9
  - La ligne instrumentée complète
- Décembre 2007
  - déploiement des dernières lignes (10, 11, 12)

# KM3NeT

- Partiellement financé par l'Europe
- But: « design study » pour un km<sup>3</sup> en Méditerranée (2006-2009)
- CDD
  - Gilles Maurin – post-doc (2 oct)
  - Frédéric Château – ingénieur DAQ (2 oct)
  - Fabrice Guilloux – ingénieur électronique (3 avril)
  - un poste ouvert de post-doc
  - un poste ouvert d'ingénieur
- Coordinateur technique pour le Dapnia:
  - Ph. Bourgeois
- Avec le SAP (Jean Ballet, Isabelle Grenier, Philippe Goret)
- « Conceptual design report » rédigé pour fin 2007
- « Technical design report » rédigé pour début 2009

## Papiers publiés

- **The data acquisition system for the ANTARES neutrino telescope**  
*J. A. Aguilar et al.* Accept. for publication in NIM A. astro-ph/0610029
- **First results of the Instrumentation Line for the deep-sea ANTARES neutrino telescope**  
*J. A. Aguilar et al.* Accept. for pub. in Astropart. Phys. astro-ph/0606229
- **Study of large hemispherical photomultiplier tubes for the ANTARES neutrino telescope**  
*J. A. Aguilar et al.* NIM A 555 (2005) 132-141. physics/0510031
- **Transmission of light in deep sea water at the site of the Antares neutrino telescope**  
*J. A. Aguilar et al.* Astropart. Phys. 23 (2005) 131-155. astro-ph/0412126
- **Sedimentation and Fouling of Optical Surfaces at the ANTARES Site**  
*P. Amram et al.* Astropart. Phys. 19 (2003) 253-267. astro-ph/0206454
- **The ANTARES optical module**  
*P. Amram et al.* NIM A484 (2002) 369
- **Background light in potential sites for the ANTARES undersea neutrino telescope**  
*P. Amram et al.* Astropart. Phys. 13 (2000) 127-136. astro-ph/9910170
  
- 24 thèses ANTARES, 6+1 thèses SPP/DAPNIA

# Conclusions

- Après 10 années de R&D, tests et mesures
  - 1 ligne instrumentée stable depuis mars 2005
  - 2 lignes entières en prise de données
- Muons reconstruits
  - performances nominales
- Détecteur 3D début 2007
- Détecteur complet début 2008
- En route pour le km<sup>3</sup>