

Étude de la bioluminescence avec la ligne prototype d'ANTARES

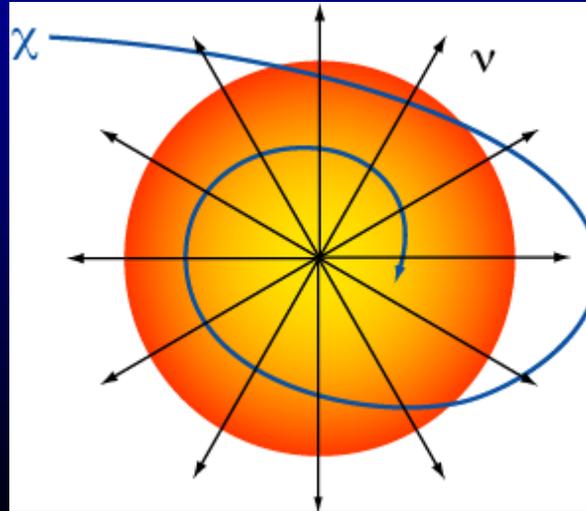
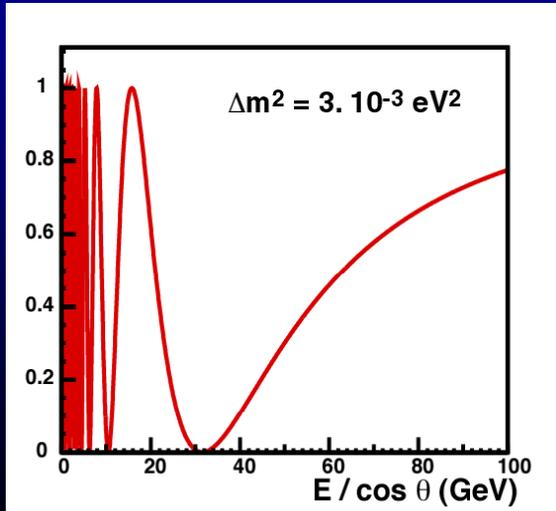
S. Escoffier

CPPM, Marseille

Plan

- ANTARES et la ligne Secteur Prototype
- Définition des observables de bioluminescence
- Comparaison avec les autres instruments de mesure
- Collaboration avec le C.O.M.

Les enjeux scientifiques



Basse Énergie

$10 \text{ GeV} < E_\nu < 100 \text{ GeV}$

Études des ν
atmosphériques

Énergie intermédiaire

$10 \text{ GeV} < E_\nu < 1 \text{ TeV}$

Recherche de
matière noire

Haute Énergie

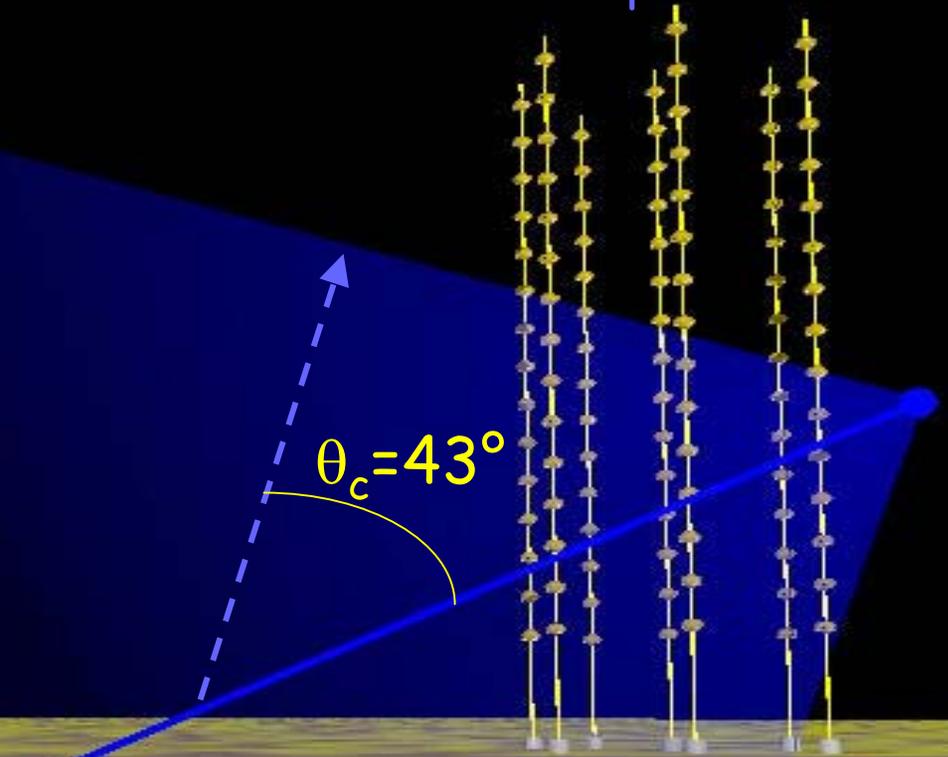
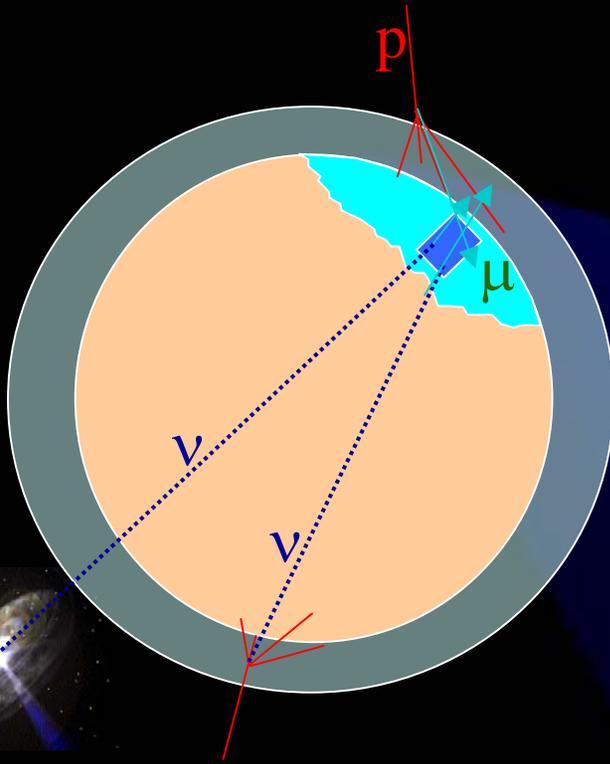
$E_\nu > 1 \text{ TeV}$

ν des sources
(extra-) galactiques

+ observations en océanographie, biologie, sismologie...

Principe de détection

La lumière Tcherenkov est détectée par les PM



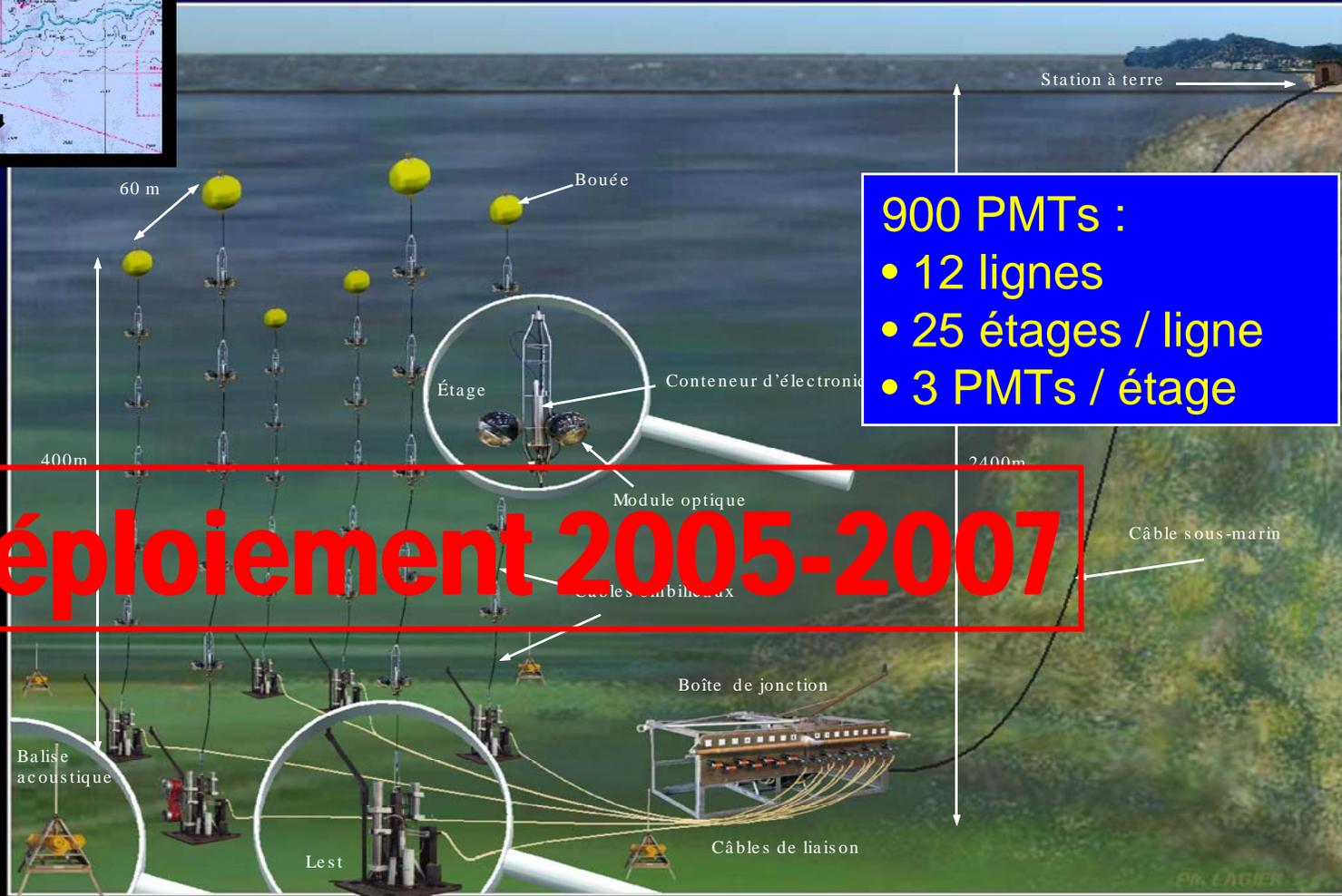
Les neutrinos interagissent avec la matière entourant le détecteur

ν interaction

μ Le muon produit de la lumière Tcherenkov



Le détecteur ANTARES



Mars-juillet 2003

Lignes Prototypes

Prototype
Sector
Line
(PSL)

Sonde CTD
Sonde Sv

5 étages de
Modules Optiques

Hydrophone

Boite de Jonction

Sonde Sv

Ancre

Câbles de liaison

Mini
Instrumentation
Line
(MIL)

Sonde pour la
vitesse du son

Courantomètre
(ADCP)

Sonde de la température
et de la salinité (CT)

LED Beacon

Hydrophones

Sismographe

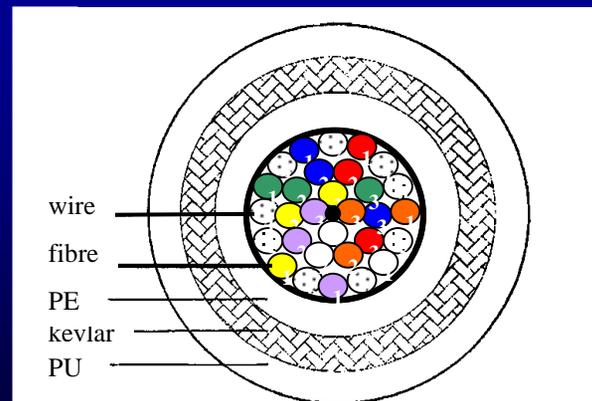
Laser Beacon

La ligne secteur en test (été 2002)



Problème ...

- 1 fibre optique cassée sur 21:



Celle qui synchronisait
les horloges de tous
les étages (LCM).



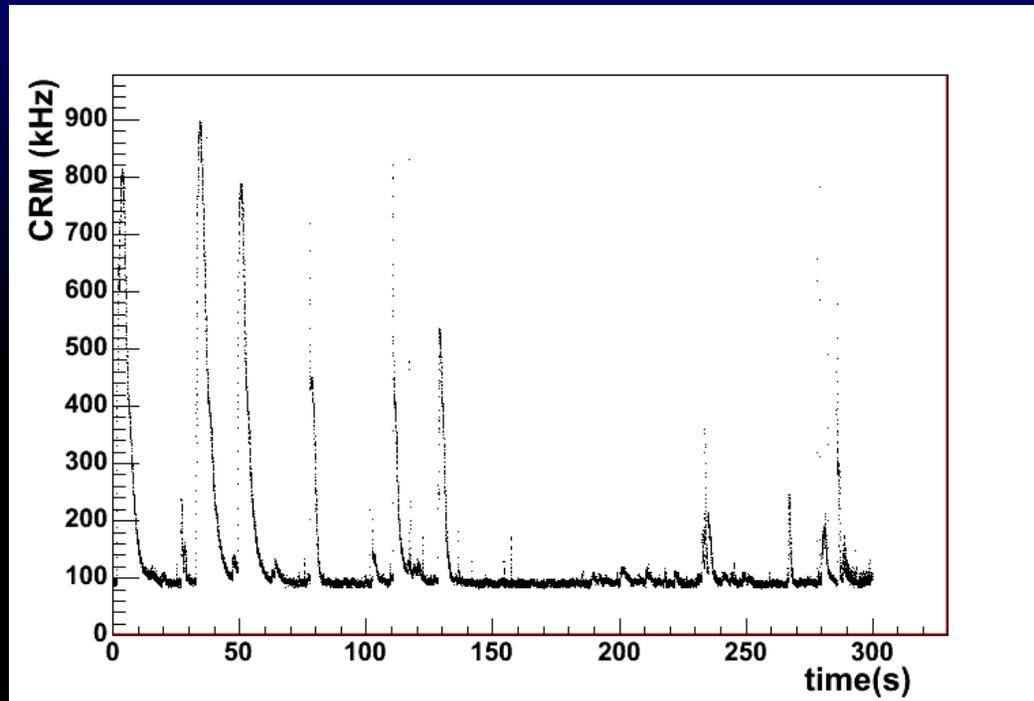
→ Inter-calibration en temps des PMs impossible
donc pas de reconstruction d'événements.



Counting Rate Monitor

- Acquisition de données:

CRM : Nombre d'événements toutes les 13 ms.



→ Étude de la bioluminescence



Plan

- ANTARES et la ligne Secteur Prototype
- Définition des observables de bioluminescence
- Comparaison avec les autres instruments de mesure
- Collaboration avec le C.O.M.

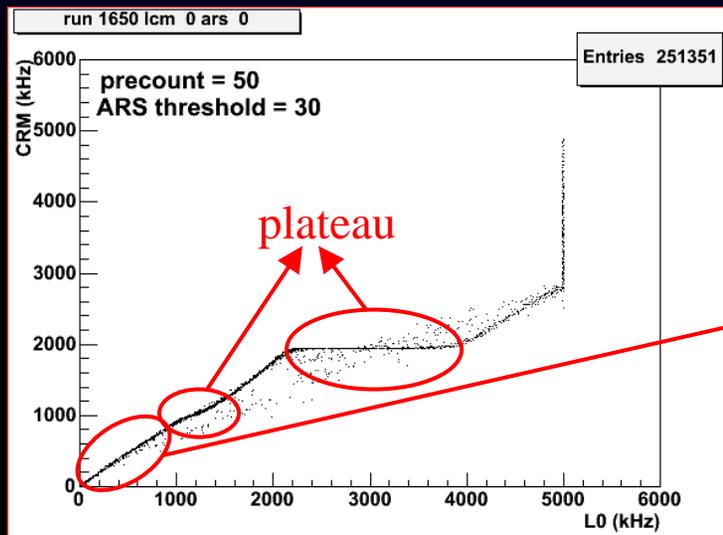
Les données

- CRM = $\text{int}\left(\frac{\text{Nombre d'événements}}{N_0}\right)$
avec $N_0 = 1, 5, 10, 50, 100, \dots$

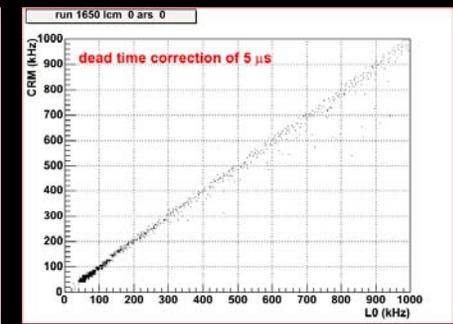
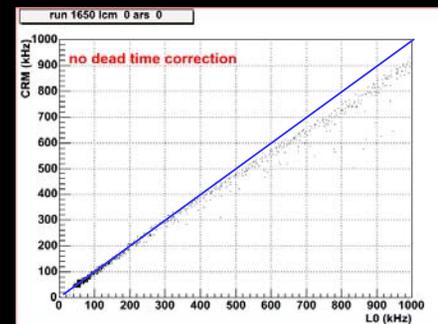
pendant 3 mois

- L0 = Nombre d'événements

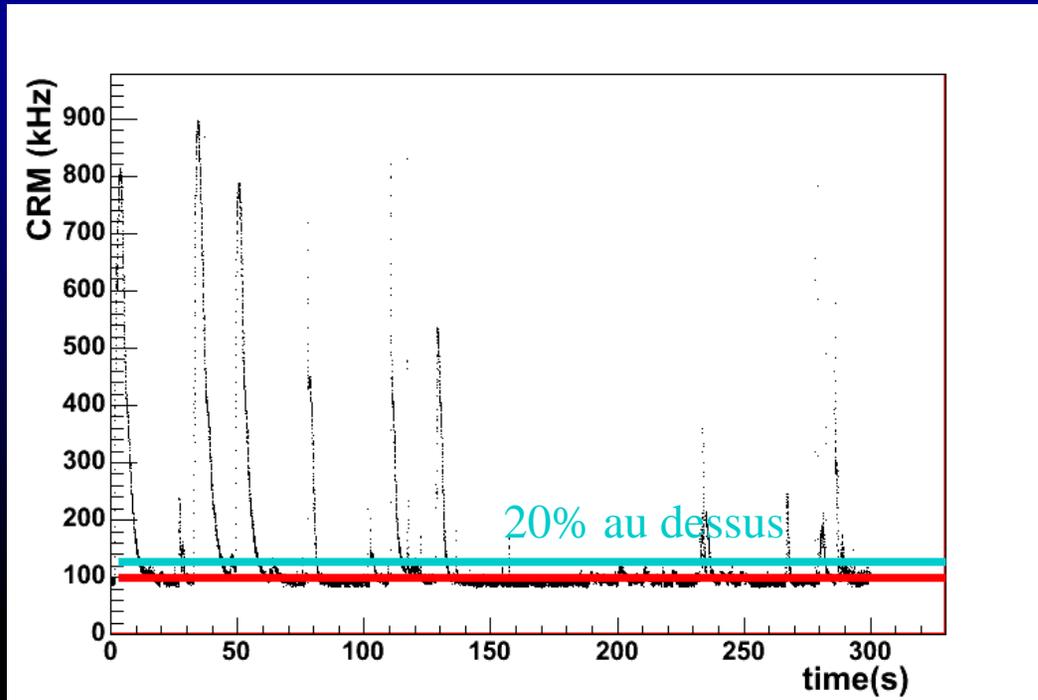
pendant 15 jours



correction du temps mort



Les observables

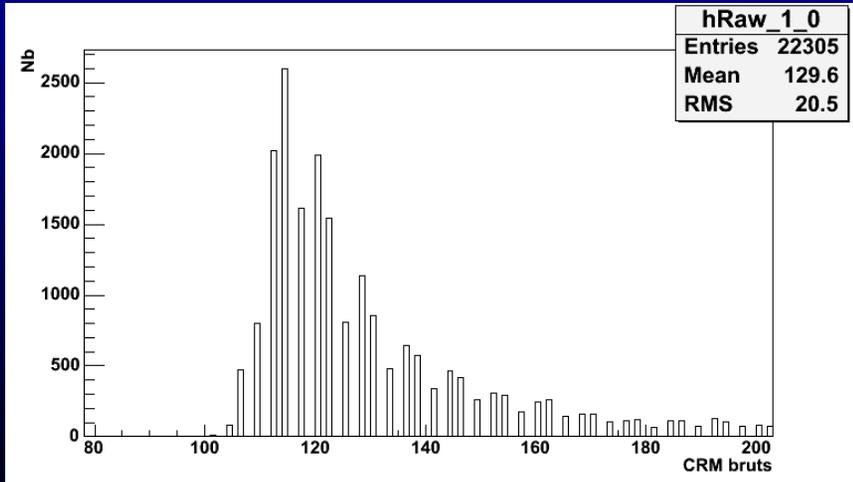


Baseline : - bruit de fond des PMs (~ 3 kHz)
- désintégration du ^{40}K (~ 30 kHz)
- bactéries (émission continue)

Burstfraction : - organismes qui émettent des flashes



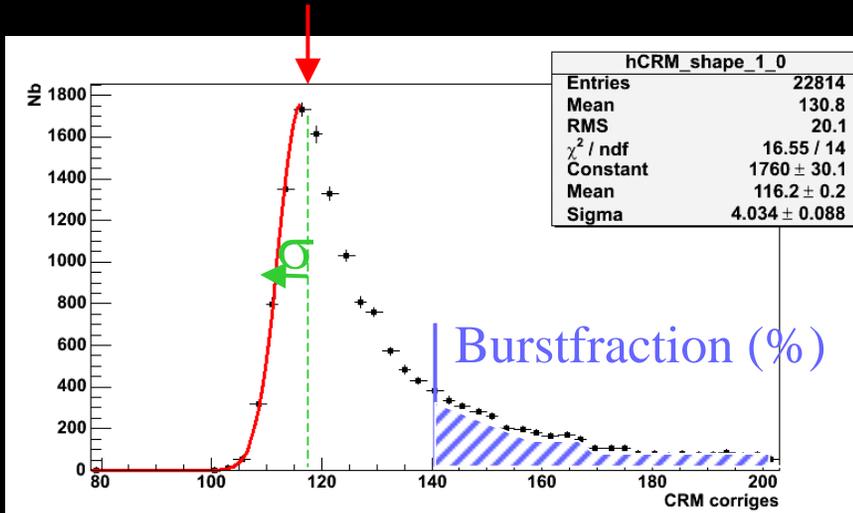
Baseline et burstfraction



Distribution brute sur 5 minutes

Discrétisation due à un problème de buffer

Baseline

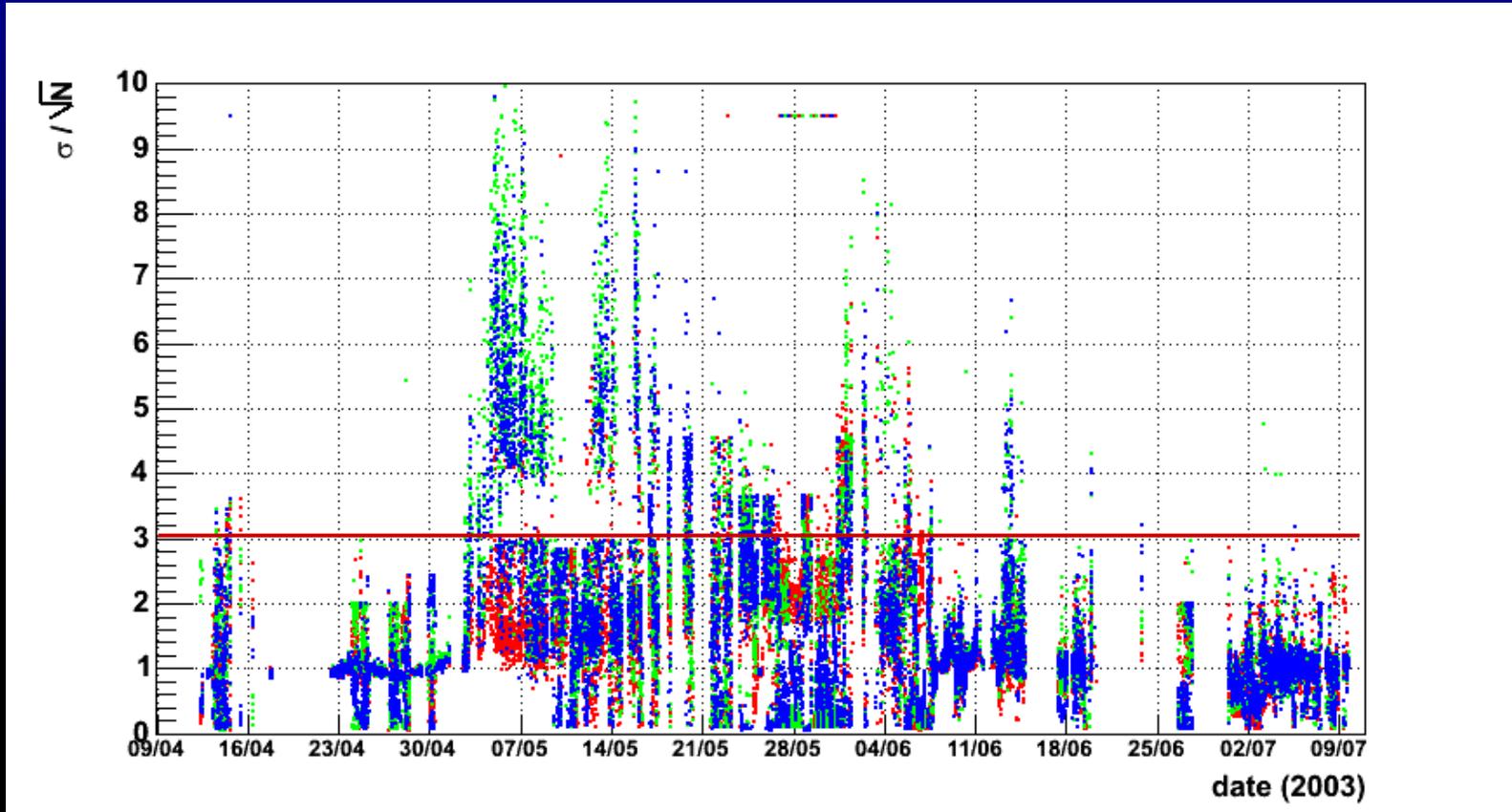


Si distribution gaussienne :

$$\sigma \sim \sqrt{\text{Baseline}}$$



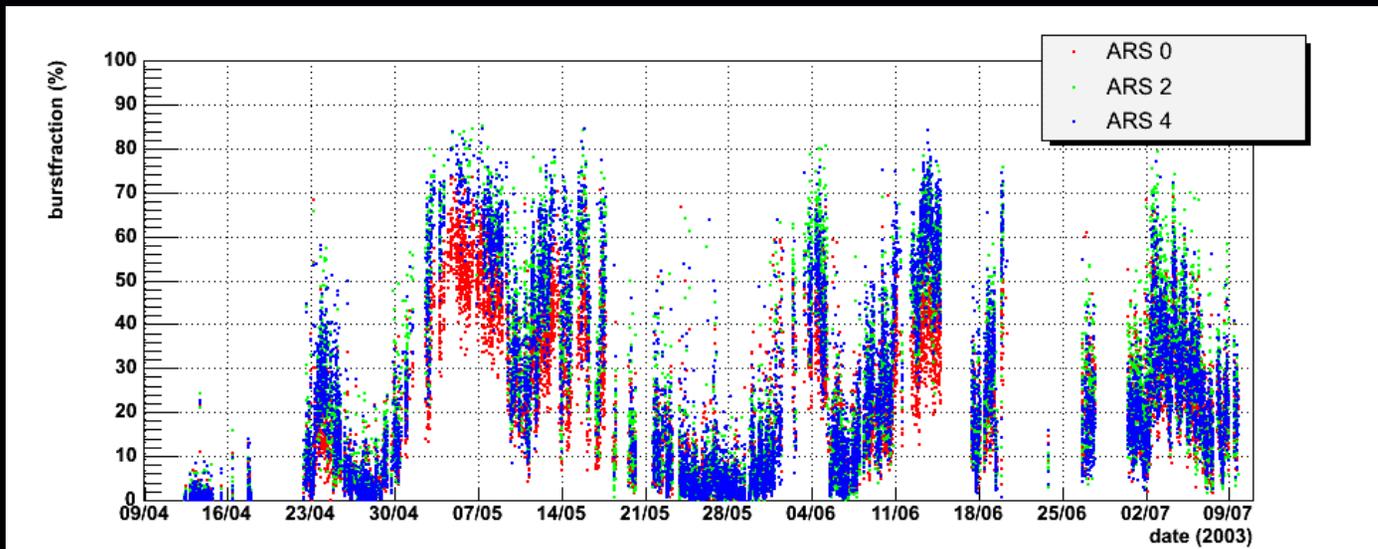
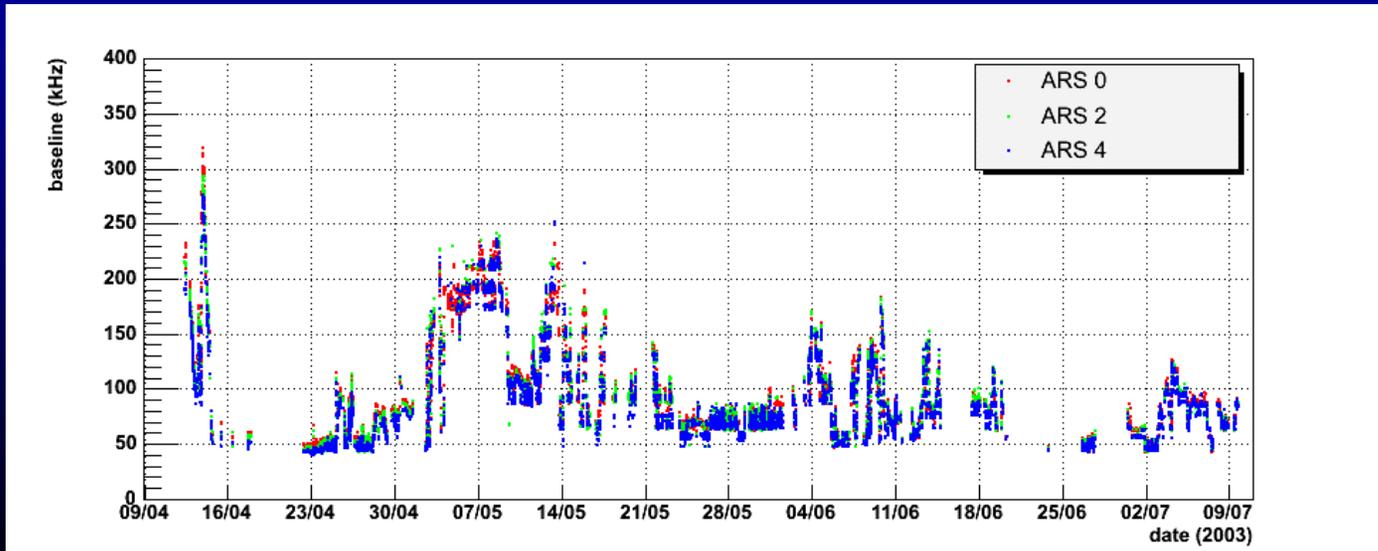
Sélection des données



Cut à 3 sigma



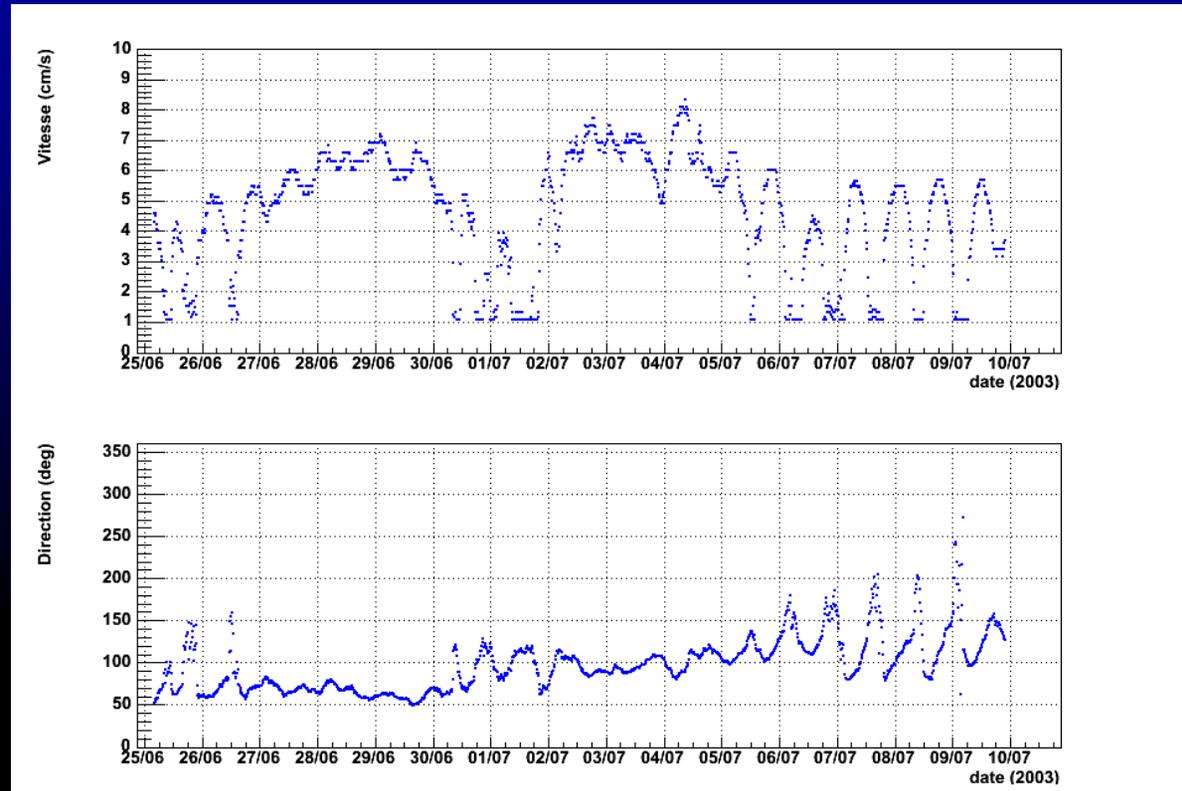
Baseline et burstfraction



Plan

- ANTARES et la ligne Secteur Prototype
- Définition des observables de bioluminescence
- Comparaison avec les autres instruments de mesure
- Collaboration avec le C.O.M.

Le courant marin



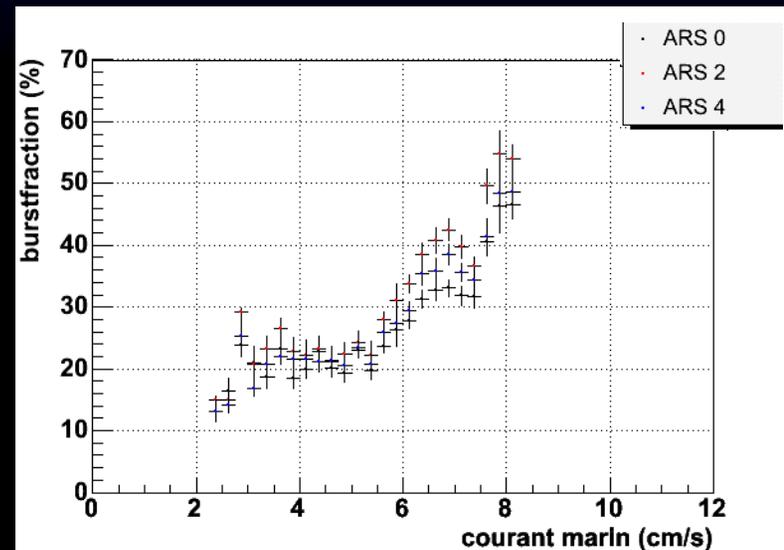
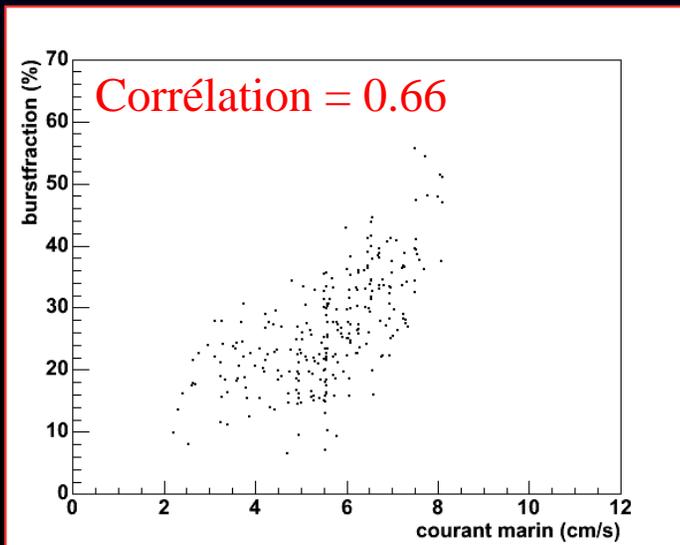
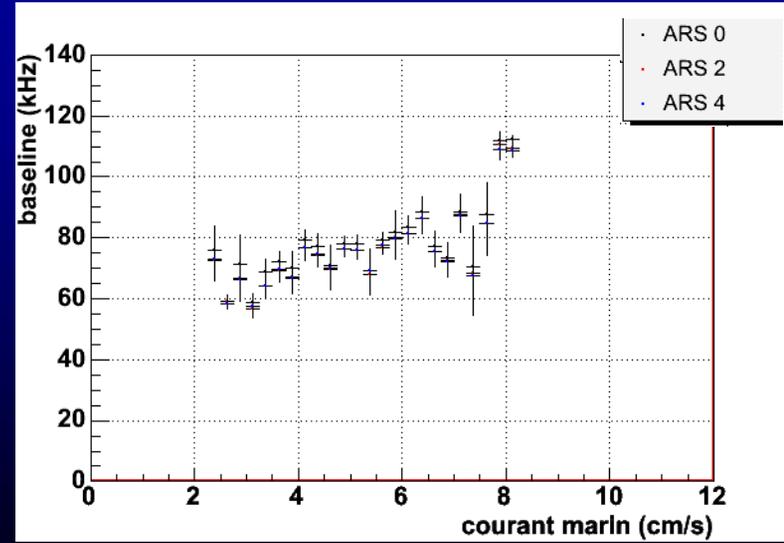
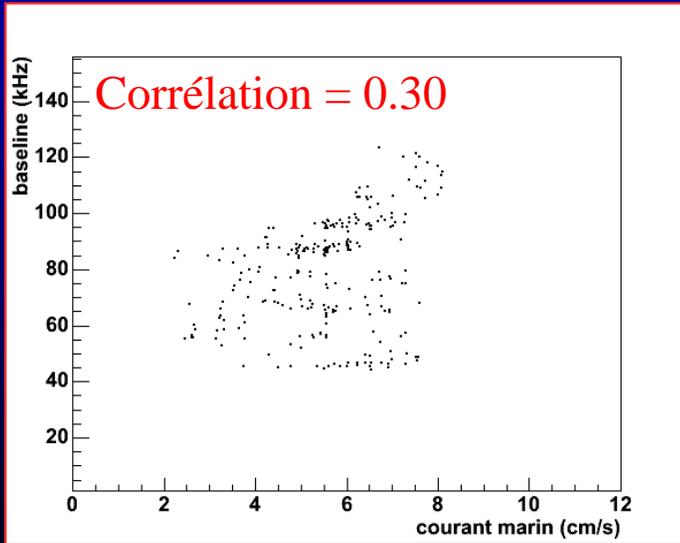
- Oscillations inertielles (force de Coriolis) :

Période $T = T_{\text{terre}} / 2 \cdot \sin(\lambda)$

$\lambda \sim 43^\circ$ au site ANTARES
d'où $T \sim 17.6 \text{ h}$

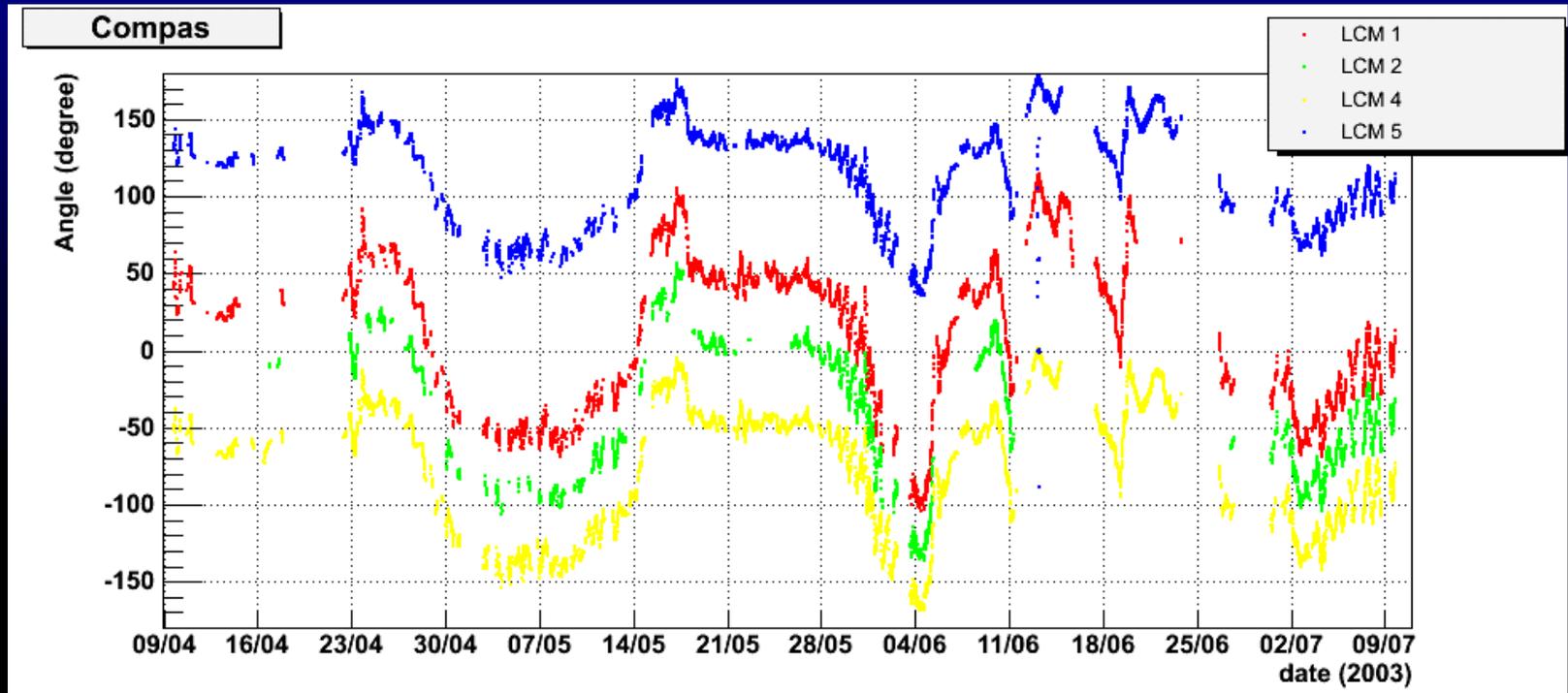


Bioluminescence et courant



Les données de l'inclinomètre (1)

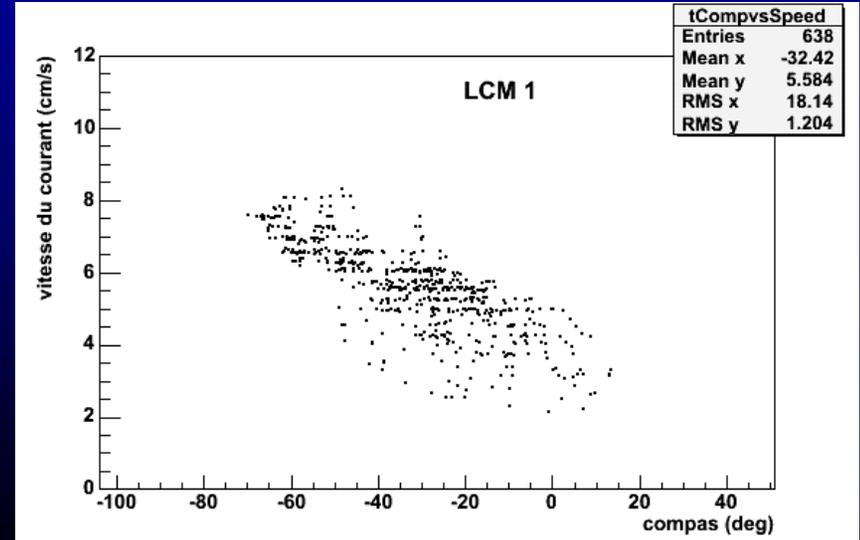
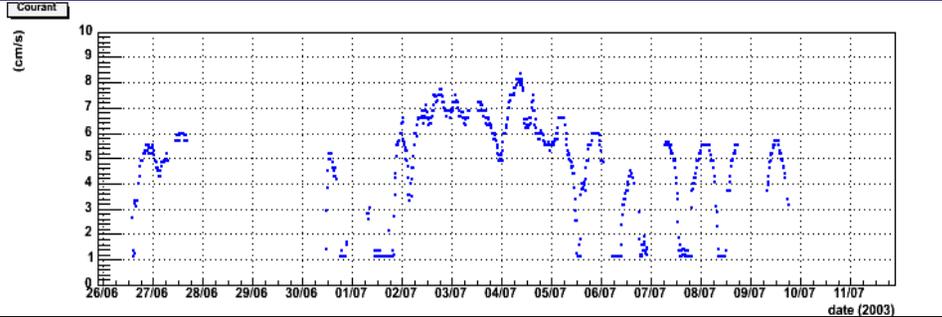
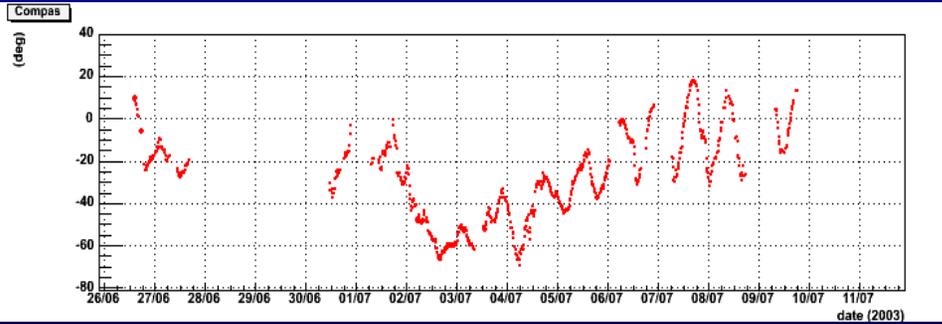
- Compas : rotation de la ligne



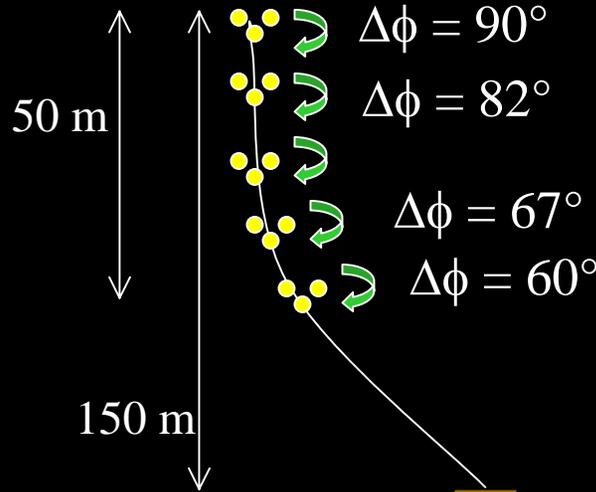
➔ Tous les étages tournent ensemble



Compas versus courant

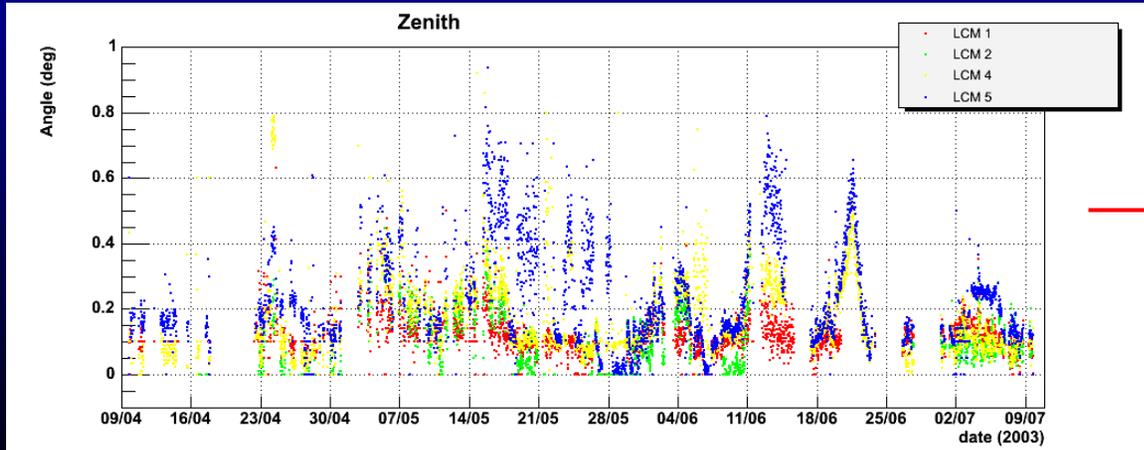


Coefficient de corrélation linéaire
~ -0.79



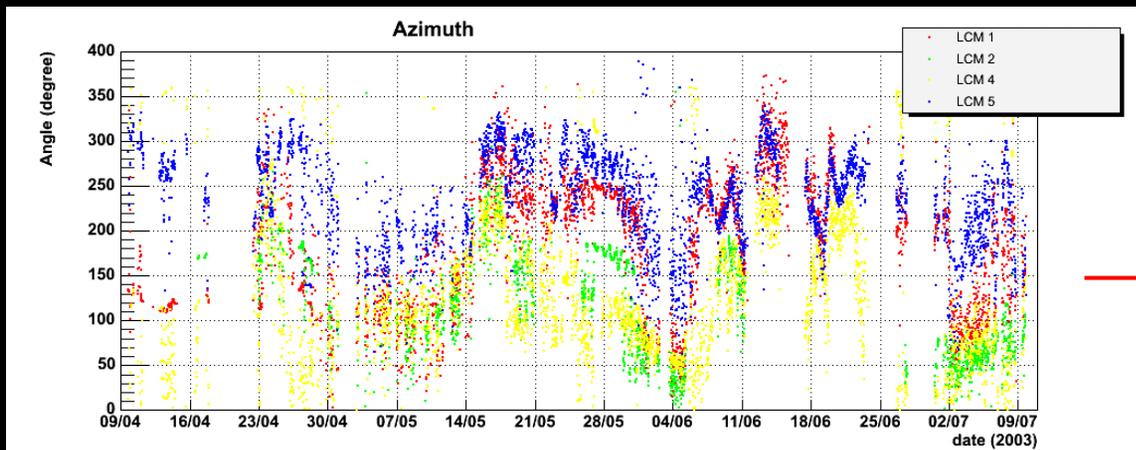
Zénith et azimuth

$$\text{Zenith} = \arctan \sqrt{\tan^2(\varphi_x) + \tan^2(\varphi_y)}$$

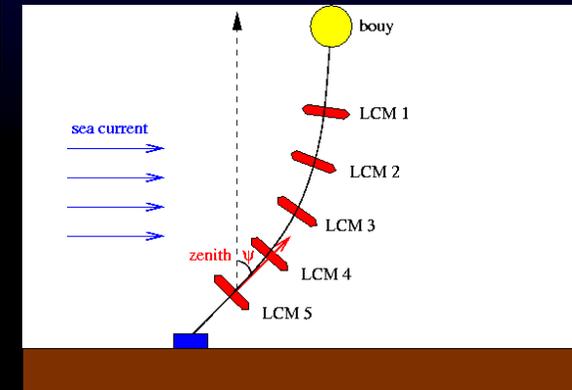


→ Vitesse du courant

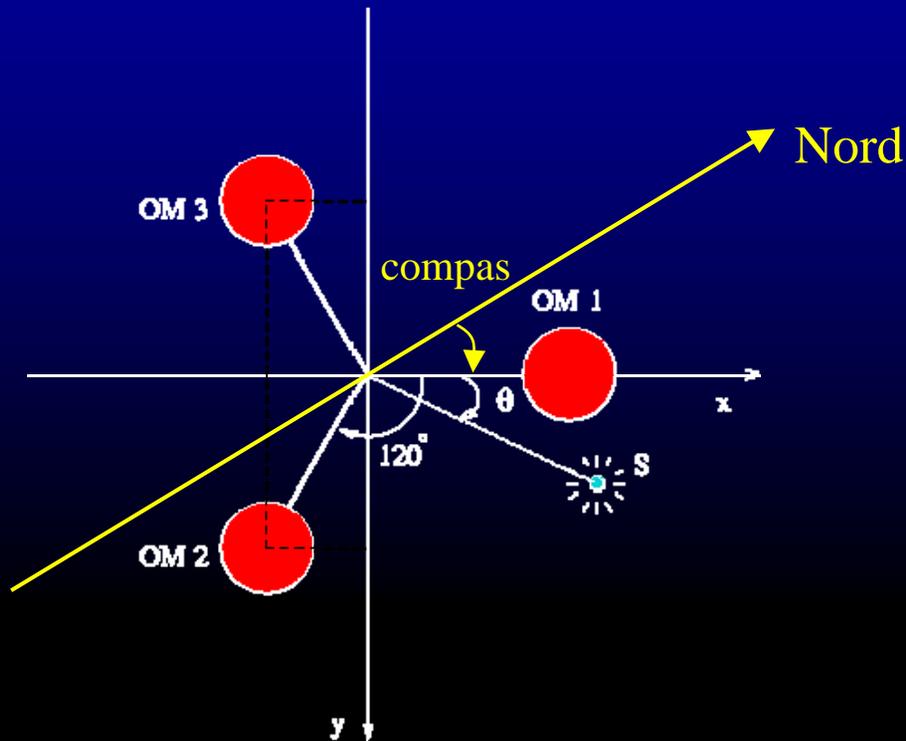
$$\text{Azimuth} = \arctan \left(\frac{\tan(-\varphi_y)}{\tan(\varphi_x)} \right) + \pi + \text{compas}$$



→ Direction du courant



Source de lumière



$$A_x = OM_1 - \frac{1}{2}(OM_2 + OM_3)$$

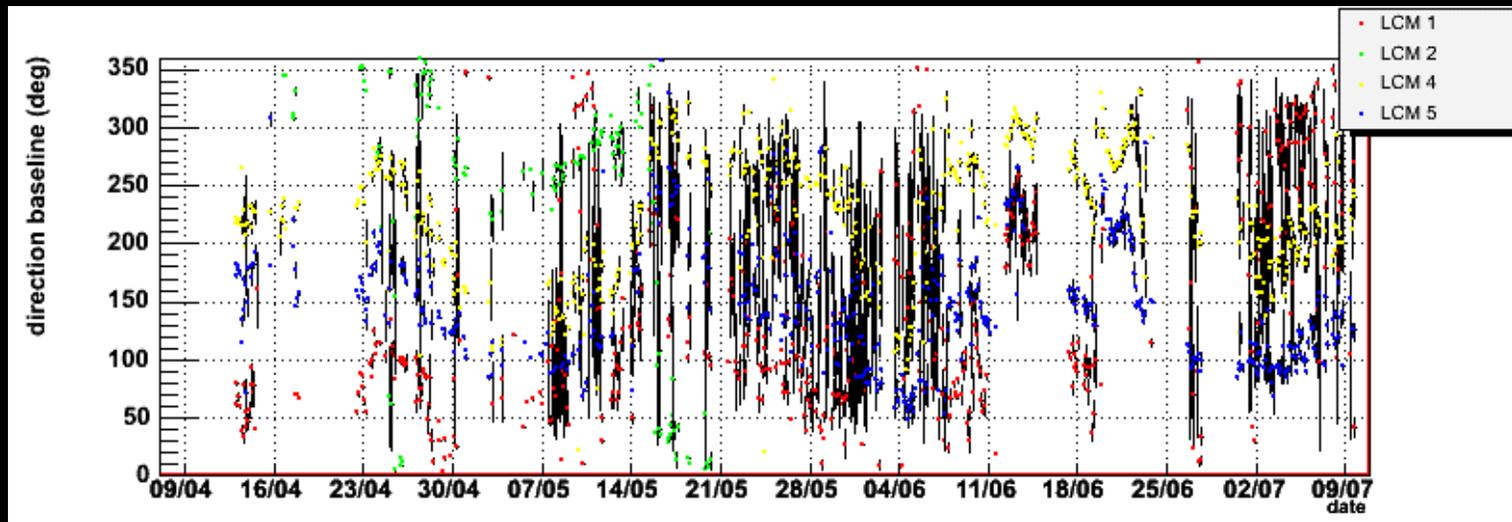
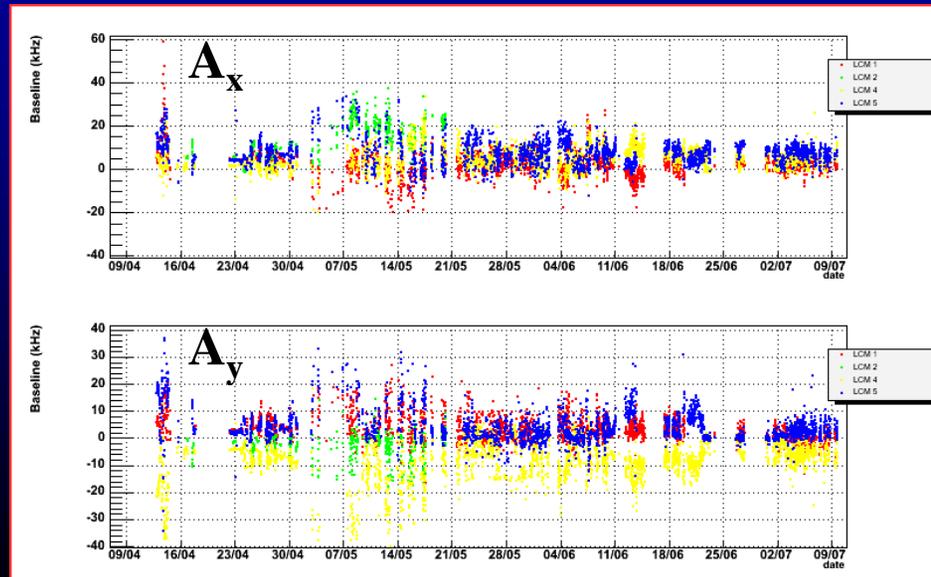
$$A_y = \frac{\sqrt{3}}{2}(OM_2 - OM_3)$$

On peut montrer que $\tan \theta \approx \frac{A_y}{A_x}$ par rapport à OM_1

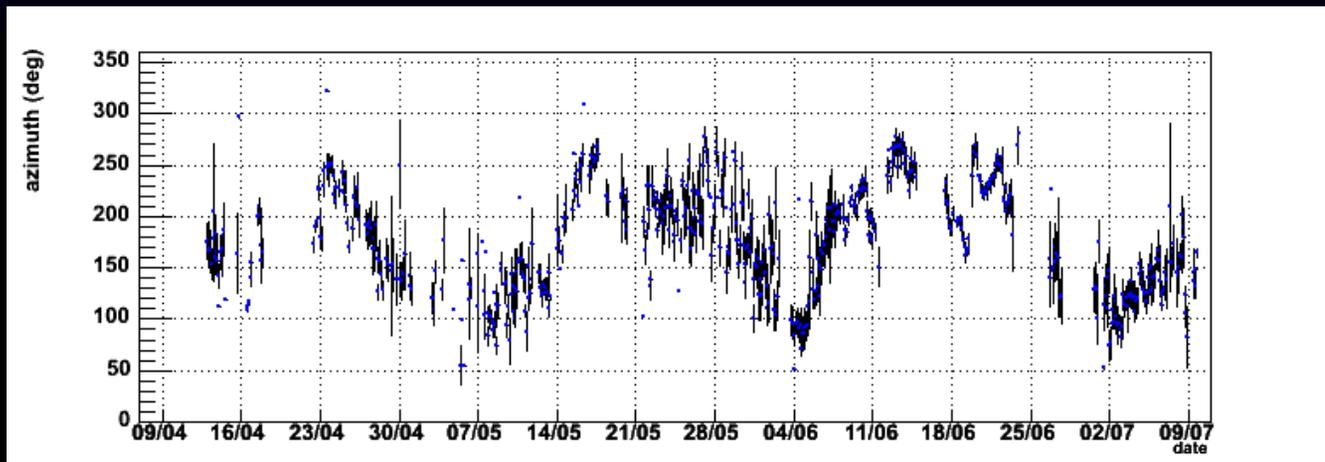
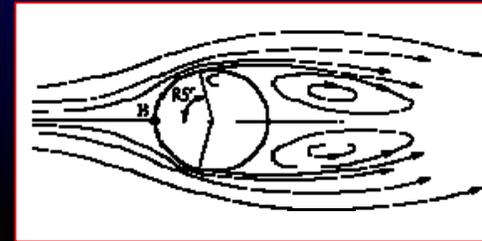
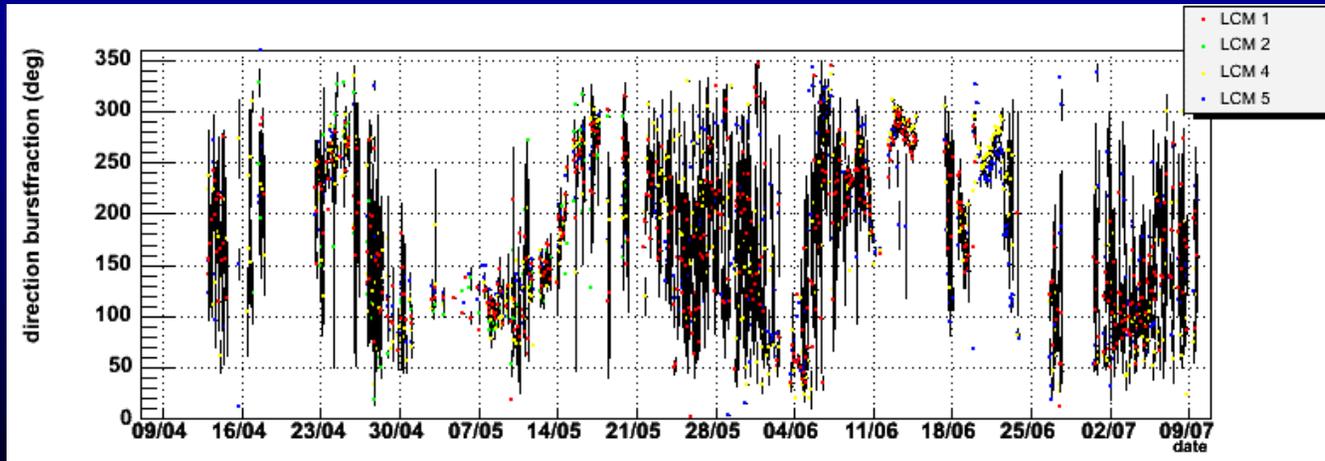
$\theta + \textit{compas}$ par rapport au Nord



Direction des sources (baseline)

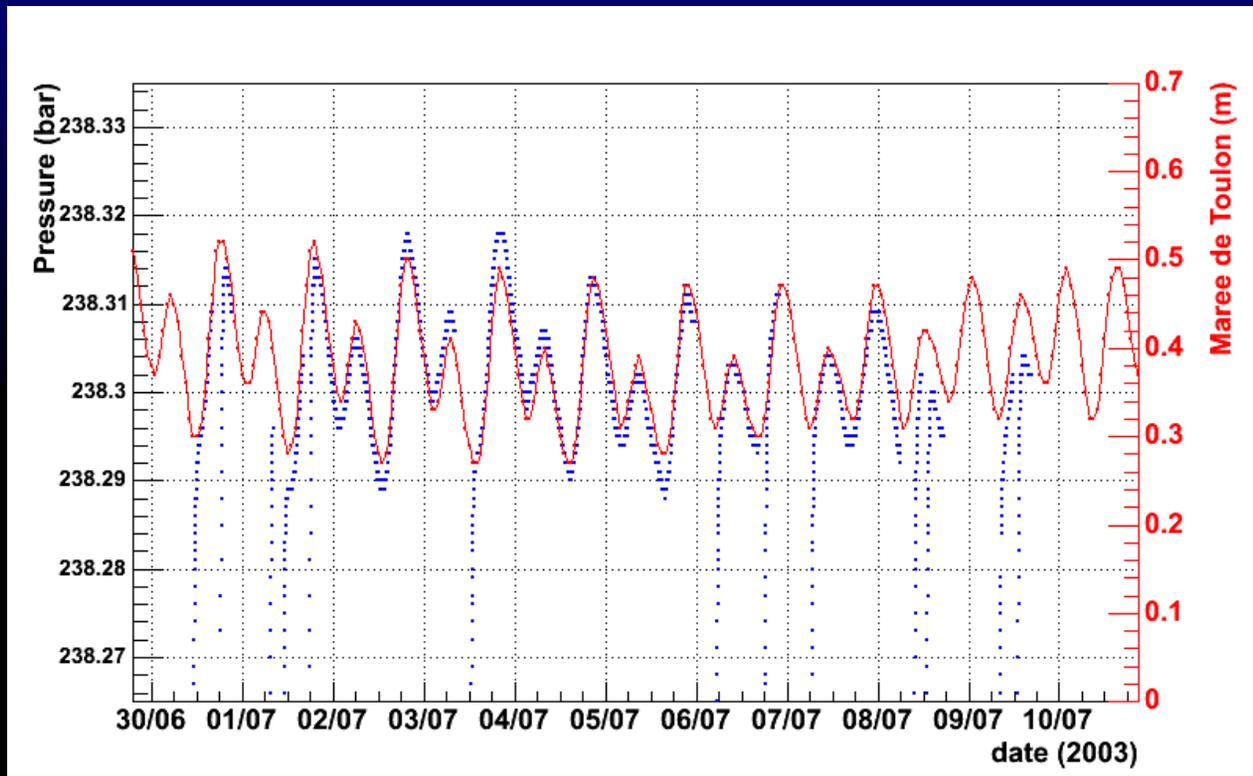


Direction des sources (burstfraction)



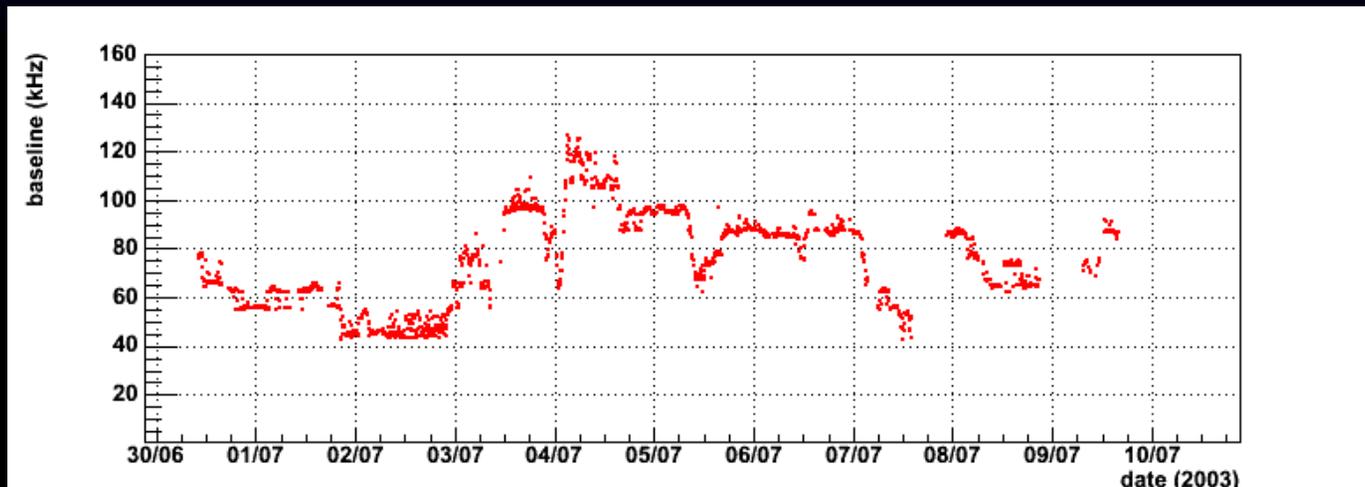
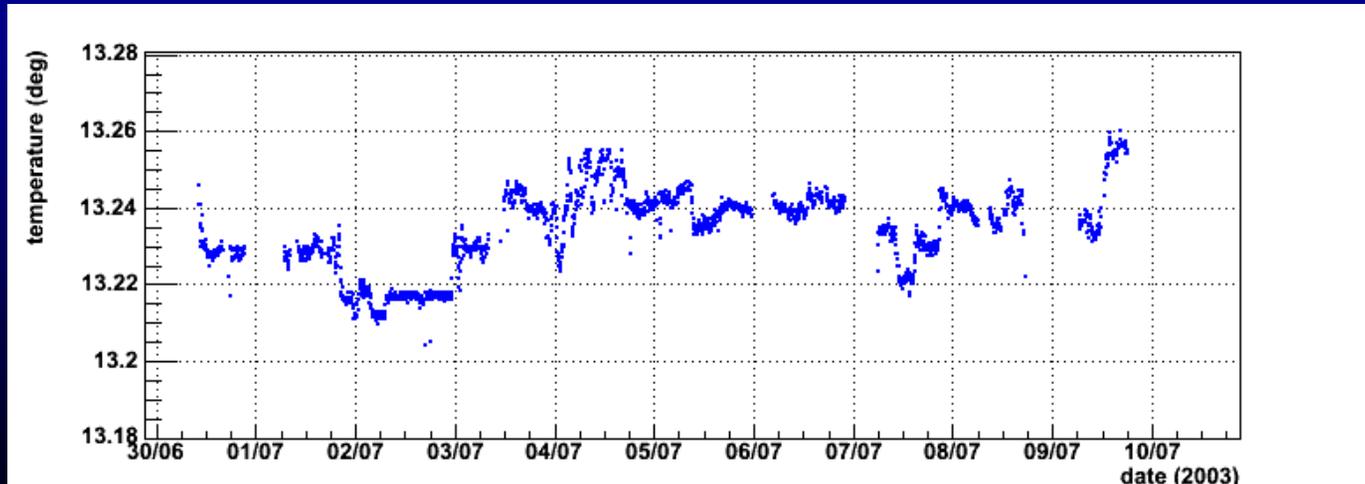
Sonde CTD

- Pression



Sonde CTD

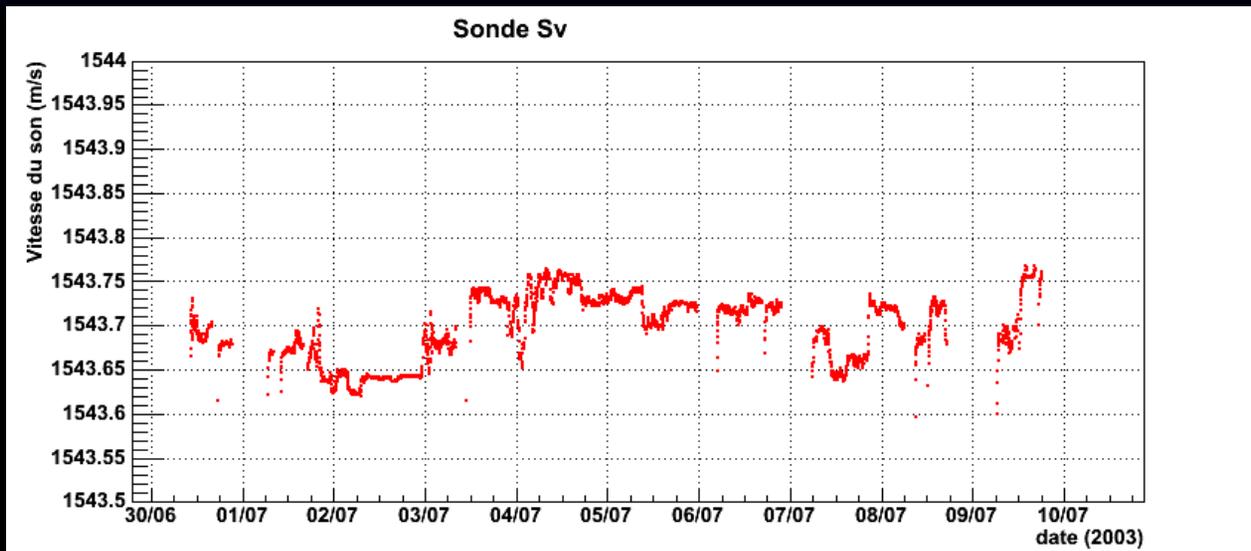
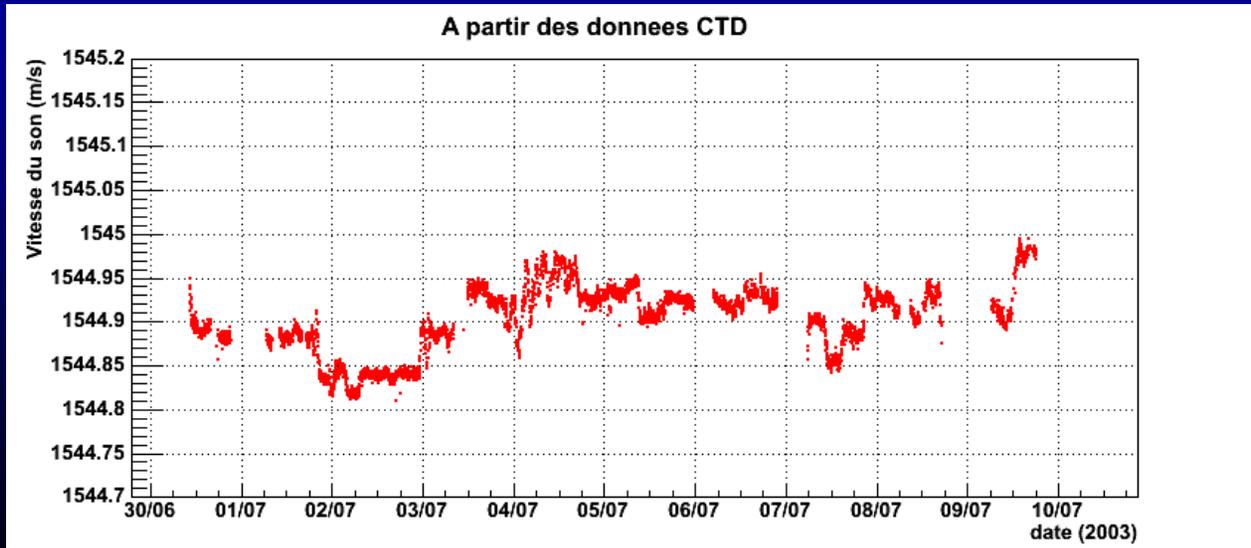
- Température



Corrélation = 0.86



Vitesse du son



Résumé

- Burstfraction

 - ↳ Dépend de la vitesse du courant

 - (plutôt liée aux turbulences derrière la ligne)

- Baseline

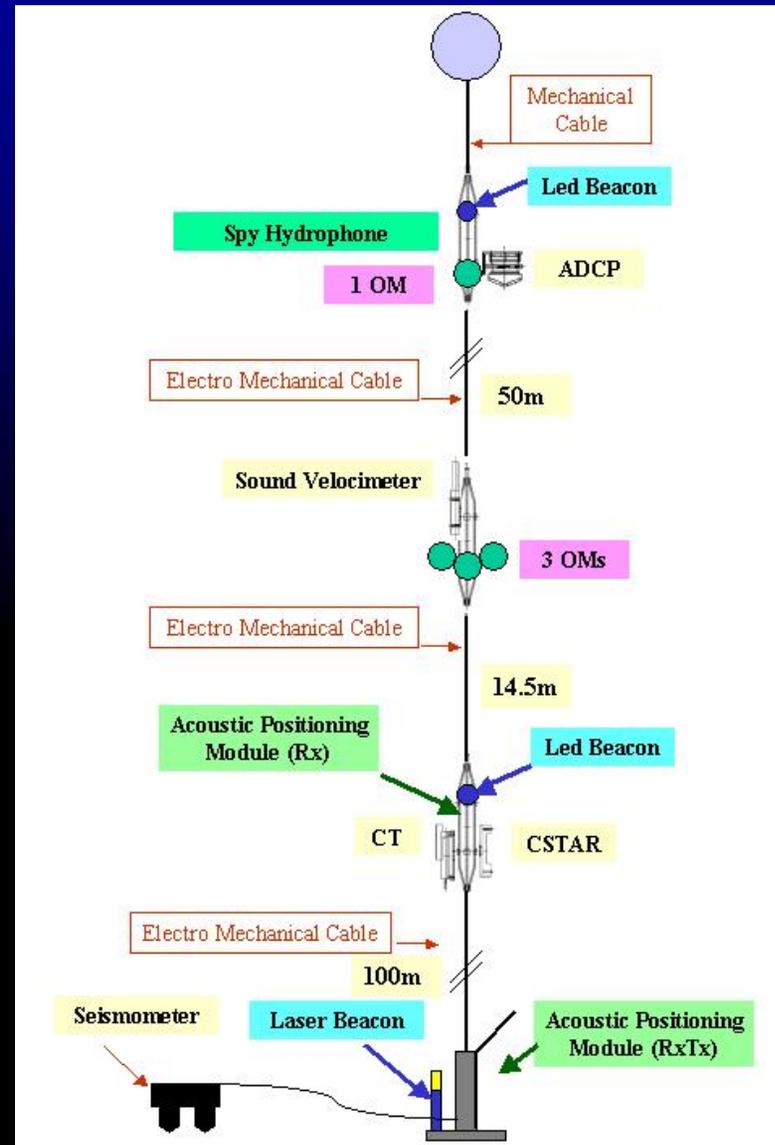
 - ↳ Corrélée avec la température

→ Confirmation ou infirmation avec MILOM



MILOM

- Un courantomètre Doppler
- Une sonde de vitesse du son
- Une sonde Seabird de température et conductivité
- Une sonde de transmission de la lumière
- Un sismographe
- 3 +1 Modules Optiques
- Led beacon + Laser beacon
- Positionnement acoustique



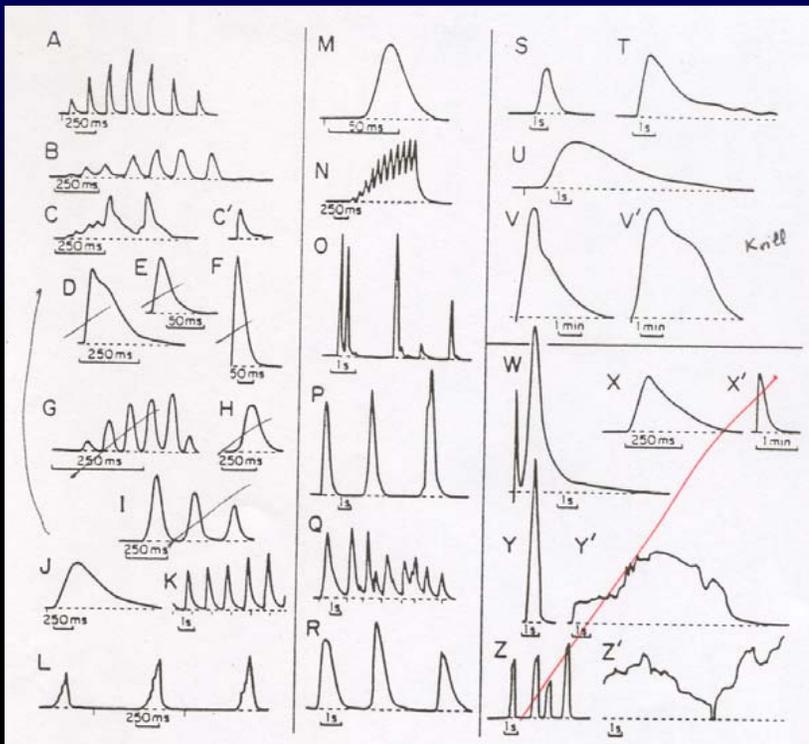
Plan

- ANTARES et la ligne Secteur Prototype
- Définition des observables de bioluminescence
- Comparaison avec les autres instruments de mesure
- Collaboration avec le C.O.M.

Burstfraction : pics de bioluminescence

Collaboration avec A.S. CussatLegras (C.O.M.)

→ Répertorier les classifications de pulses



• Critères de sélection:

a) type d'émission:

- spontanée
- stimulation électrique, chimique ou mécanique

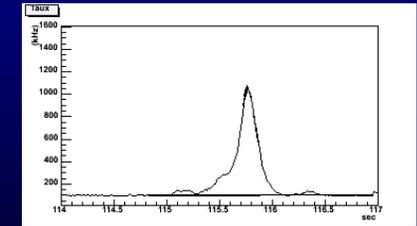
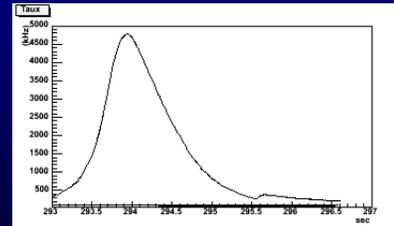
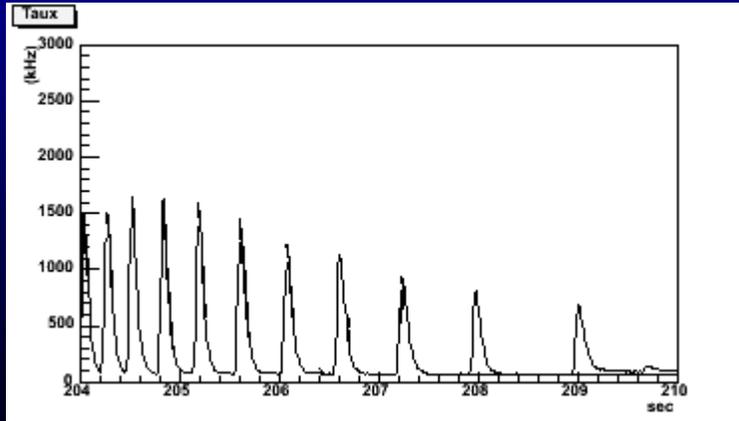
b) type d'espèces:

surface ou profondeur

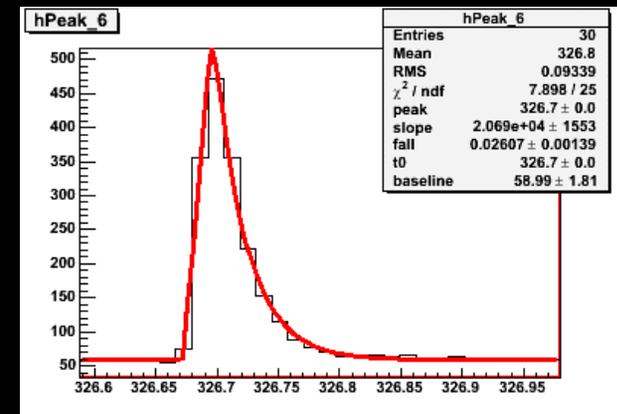
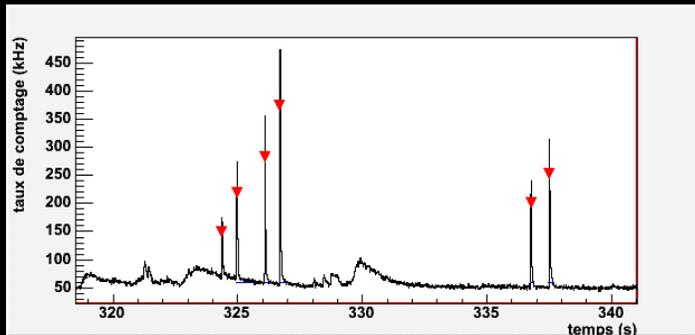


Reconnaissance automatique

- Les données ANTARES



- Algorithme de reconnaissance



Objectifs

- Caractérisation des pics de bioluminescence

Identification des espèces présentes,
fréquence d'apparition, ..

- Étude de triangulation pour déterminer position des sources
(Aurèle Sabardeil)

Information sur au moins 4 Oms \Rightarrow x, y, z, I_0



Baseline : activité bactérienne

Collaboration avec C. Tamburini (C.O.M.)

Ce qu'on sait:

Il faut un inducteur pour l'émission lumineuse des bactéries :

- apport de matière organique
- densité bactérienne minimale

Ce qu'on ne sait pas :

- bactéries libres ou attachées à particules libres
- bactéries attachées sur les Modules Optiques



Sur le site ANTARES

Opérations en mer prévues en Mars et Septembre 2005,
avec le bateau TETHYS (INSU)

- faire des prélèvements d'eau avec un caisson hyperbare
- faire des prélèvements sur des plaques de verre
 - a) mesurer quantité de bactéries et proportion de bactéries bioluminescentes
 - b) identification des espèces grâce à une méthode de sonde moléculaire (CARD-FISH)
 - c) éventuellement découverte de nouvelles bactéries



Conclusions

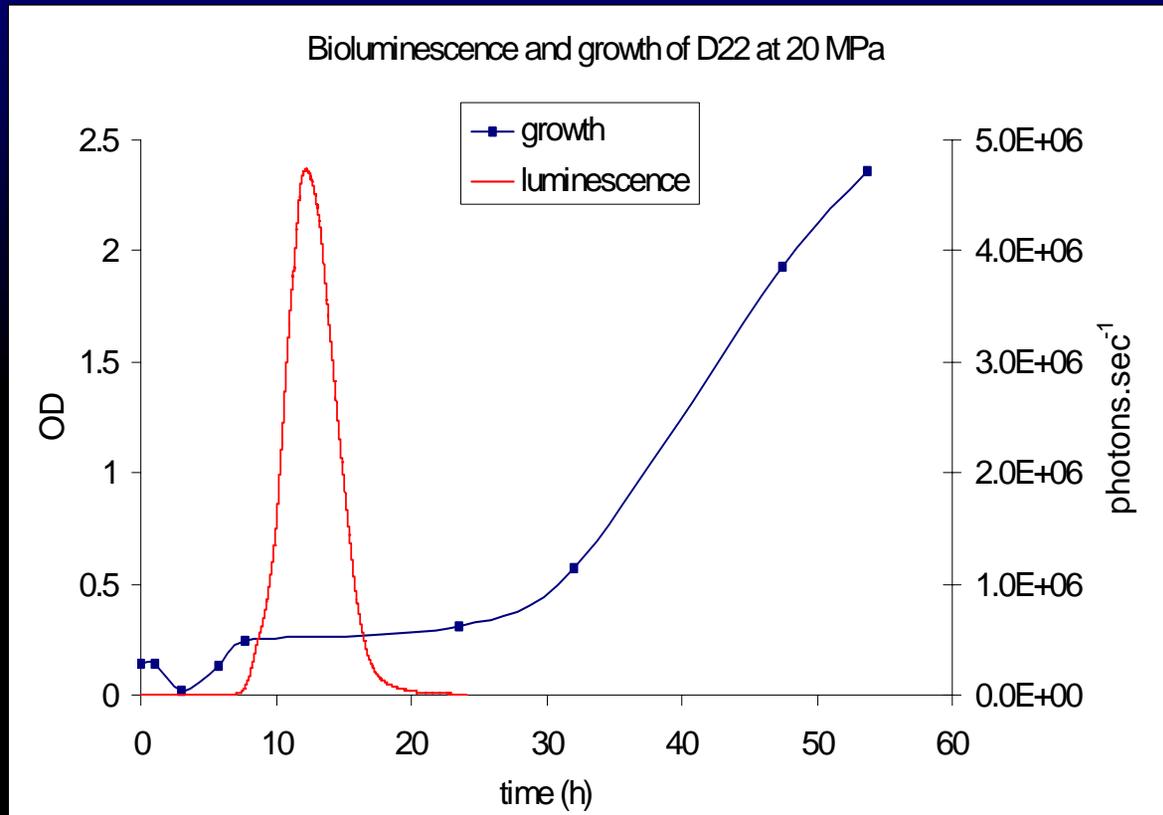
Étude de la bioluminescence avec ANTARES :

- permet de mieux comprendre le bruit de fond optique :
veto sur les OM pour la reconstruction d'événements
- offre de nouvelles perspectives pour les (micro-) biologistes
- donne des éléments de réflexion pour le design de KM3NET



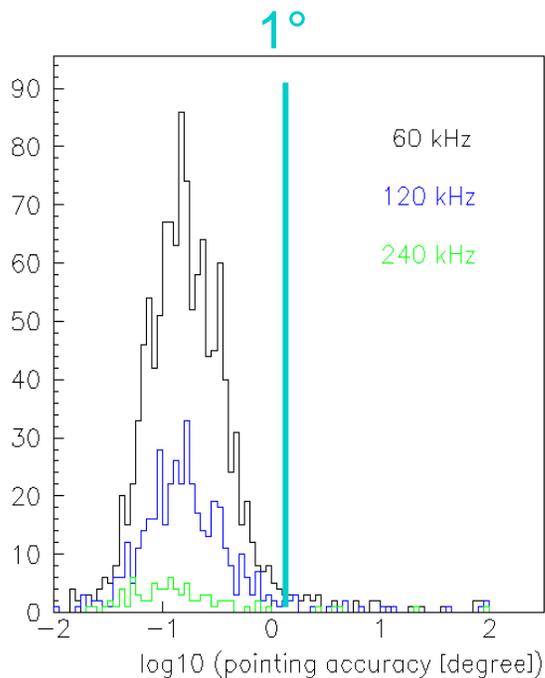
Sur le site NEMO

- prélèvement d'échantillons d'eau



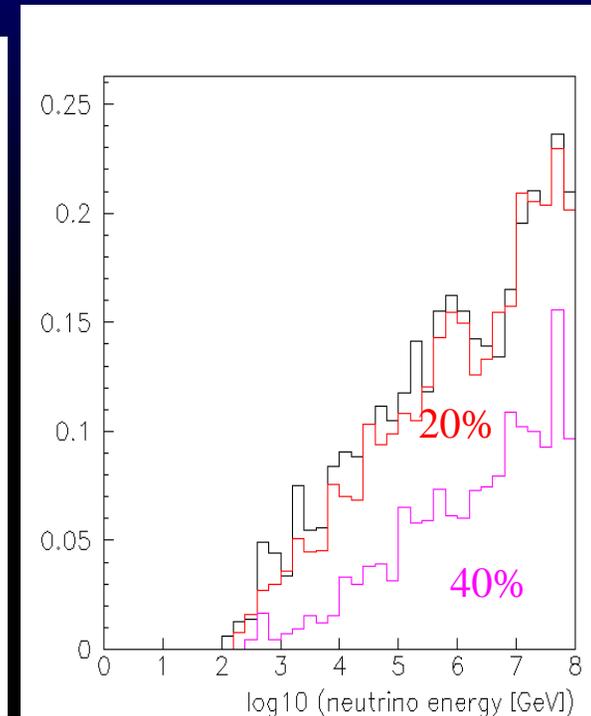
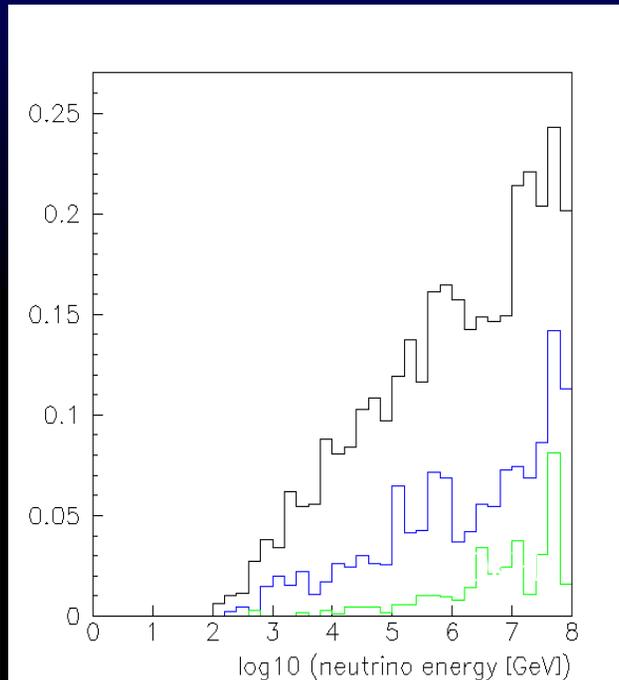
Effect of bioluminescence

pointing accuracy



Efficiency

Modifications in reconstruction
can partly compensate losses
20% for 120kHz, 40% for 240kHz



can be kept stable
Baseline rate

Up to 20% no effect
Burst fraction