

ANTARES

préparatifs pour la physique

Maximilien Melissas

- ★ Désintégration du muon
- ★ Calibration du détecteur
- ★ Paramètre du site

Contexte Général

ANTARES EST DESORMAIS EN PHASE DE DEPLOIEMENT

Ligne 0 et MILOM mars-avril 2005

Ligne 1 septembre-novembre 2005

Ligne 2 décembre 2005

[...]

Détecteur complet Mars 2007

4 Lignes en Mars 2006

8 Lignes en octobre 2006

Premiers muons
atmosphériques



Détecteur près pour
l'astrophysique

Détecteur utilisable pour
la physique des muons
atmosphériques
et premiers neutrinos

Contexte Général(2)

ce qu'il faut préparer

Production de neutrinos

Pour comprendre les flux
produit par les sources

+ etc ...

Calibration du détecteur

Indispensable pour faire de la
physique

paramètres du site

Pour comprendre le
détecteur dans son milieu

Premiers résultats de physique
en 2006
détecteurs complet
en 2007

désintégrations du Muon

Pourquoi ?

Les neutrinos cosmiques sont produit par la désintégration du pion. On se place dans une source a faible densité π, μ se propagent librement avec des pertes d'énergie négligeables

$$\pi^{+/-} \rightarrow \mu^{+/-} \nu_{\mu}$$

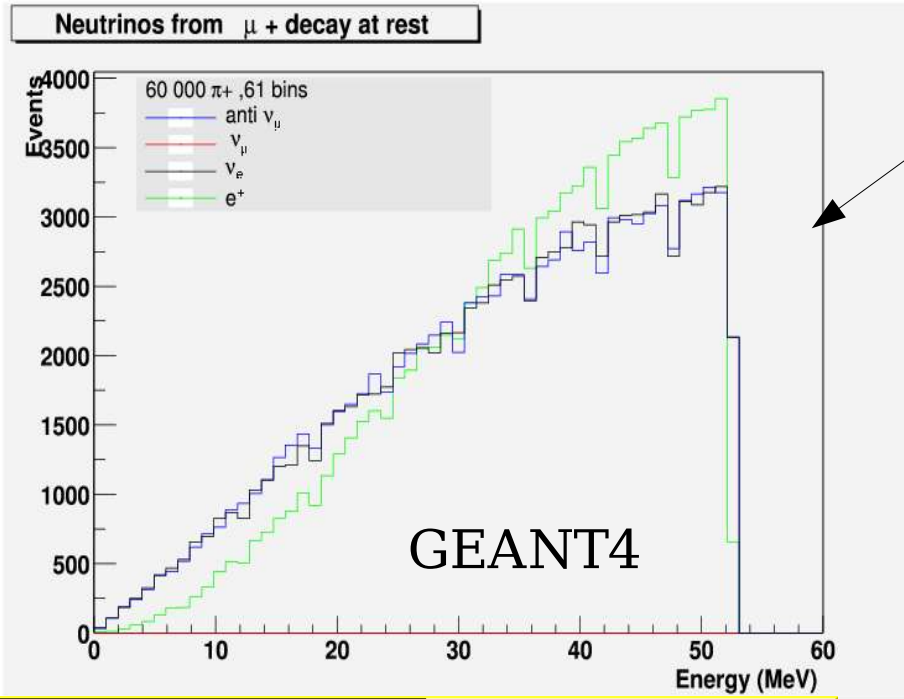
$$\mu^{+/-} \rightarrow e^{+/-} \nu_e \bar{\nu}_{\mu} / \bar{\nu}_e \nu_{\mu}$$

De fait on attend generalement (à l'émission) les rapports suivant entre saveurs de neutrinos $\nu_{\mu} : \nu_e : \nu_{\tau} = 2:1:0$

Approximation

- Ne prend pas en compte l'excès de π^+
- Ne prend en compte le spectre de désintégration

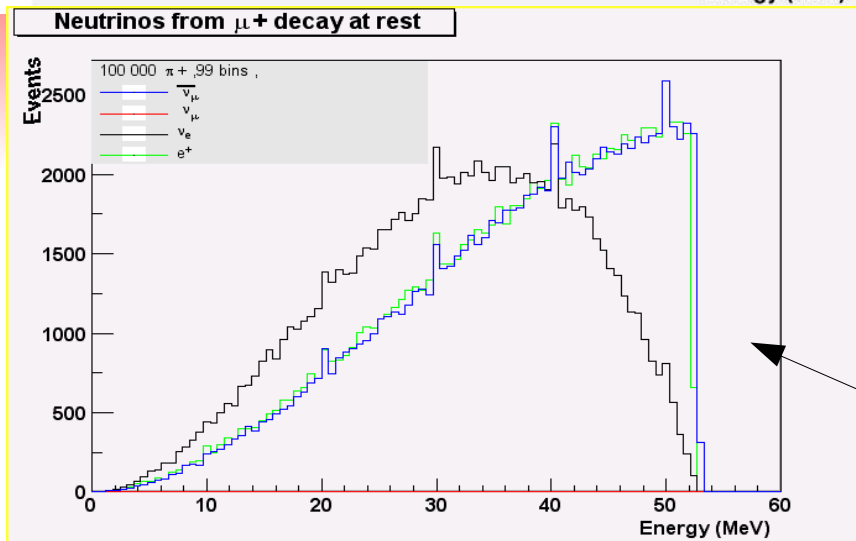
étude MC avec GEANT4



Ce spectre n'est pas conforme aux résultats expérimentaux et théorique !

GEANT4 fait une approximation cinématique en ce qui concerne la désintégration du muon .

Or la désintégration du muon est un processus V-A !



Spectre de Michel (V-A)

Modification de GEANT4

re-écriture de la classe G4MuonDecayChannel

Suivant la méthode donnée dans

F.Halzen A.D Martin *Quarks and Leptons ...* Wiley (1984)

On neglige m_e (et m_{ν})

$0 \leq E_e \leq \frac{1}{2} m_{\mu}$ Distribution plate

$0 \leq E_{\nu e} \leq \frac{1}{2} m_{\mu}$ Distribution avec une densité de proba.

$$P(E) = (m_{\mu}/2 - E)E$$

Enfin E_e et $E_{\nu e}$ vérifient

$$\frac{1}{2}m_{\mu} - E_e \leq E_{\nu e} \leq \frac{1}{2}m_{\mu}$$

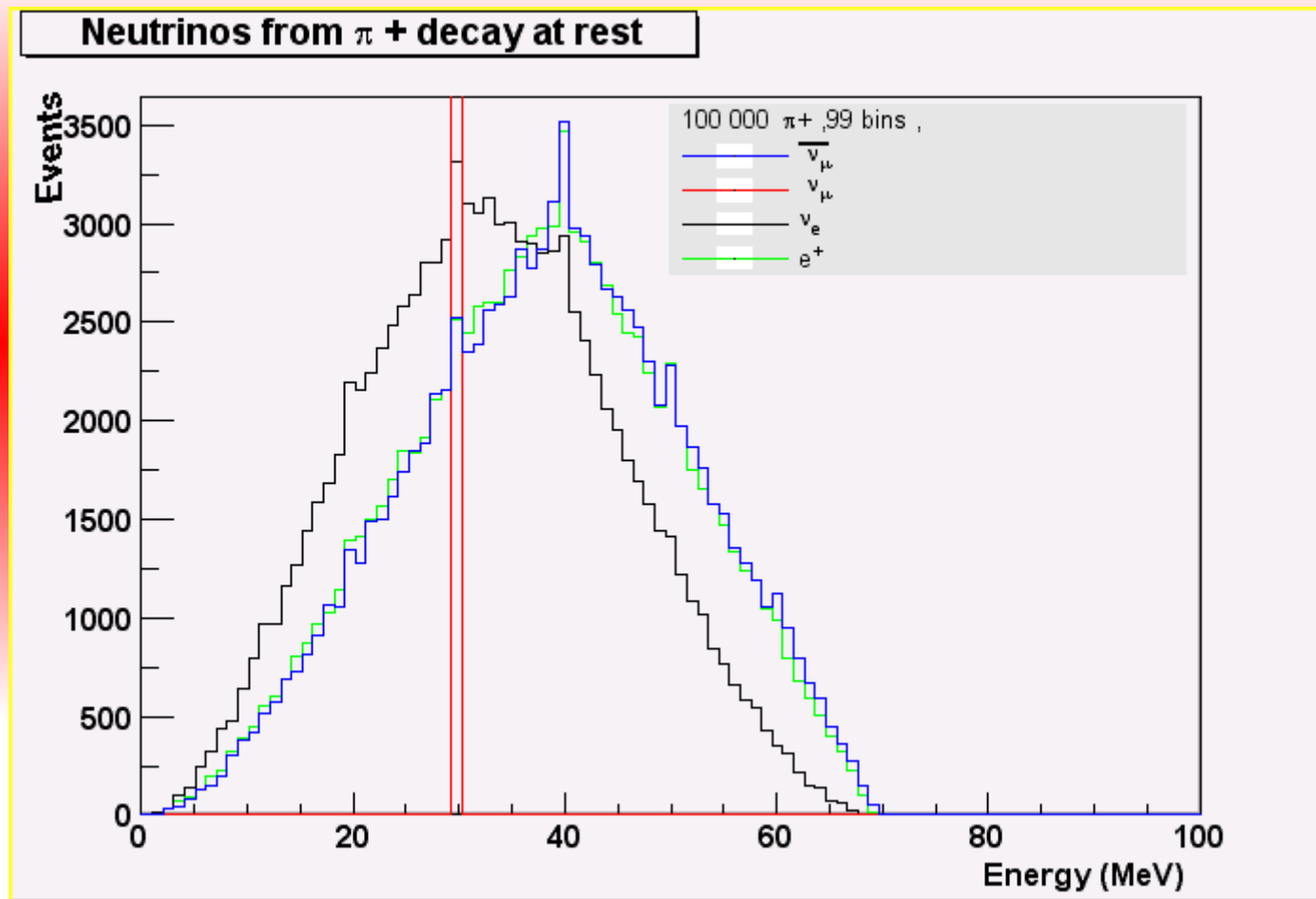
On a alors :

$$d\Gamma_e = d\Gamma_{\nu_{\mu}} = \frac{G_F^2 m_{\mu}^5}{192 \pi^3} 2 \epsilon^2 (3 - 2\epsilon)$$

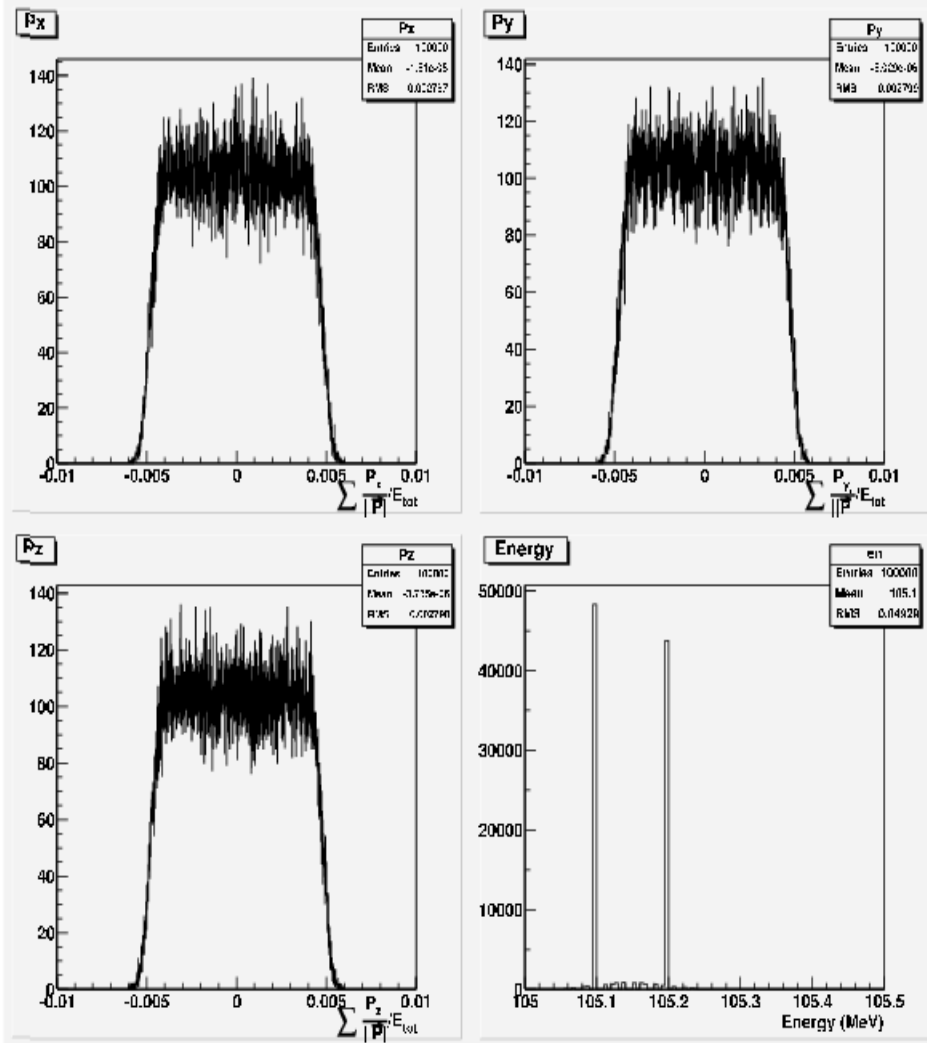
$$d\Gamma_{\nu_e} = \frac{G_F^2 m_{\mu}^5}{192 \pi^3} 2 \epsilon^2 (6 - 6\epsilon)$$

$$\epsilon = E_e / E_{\max} \text{ et } E_{\max} = m_{\mu} / 2$$

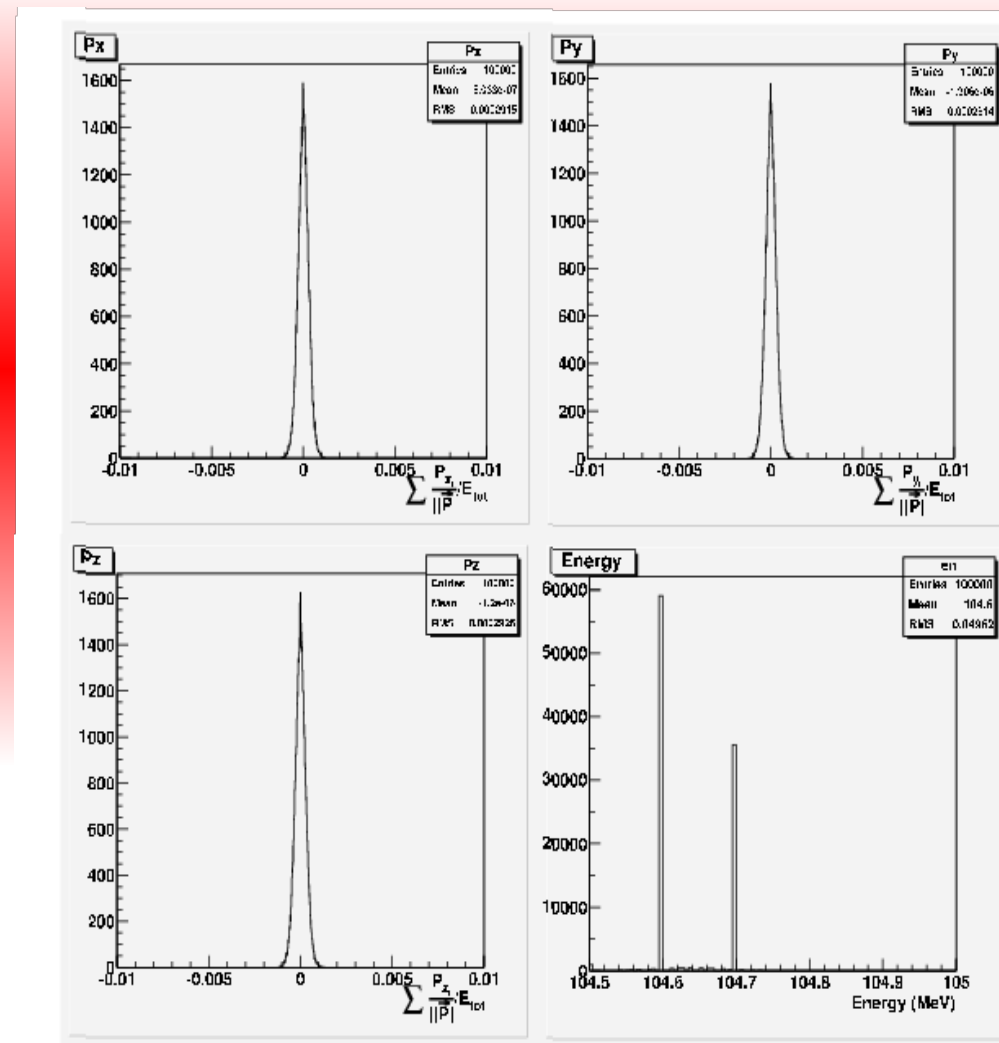
Modification de GEANT4



Résultat : Conservation de 4-p →



GEANT4 Original



GEANT4 Modifié

Bilan et Application à un spectre

Centre Galactique

$\gamma=2.23$

(astro-ph/0411471)

$\overline{\nu}_{\mu} : 0.948$

$\nu_{\mu} : 1.052$

$\overline{\nu}_e : 0.634$

$\nu_e : 0.334$

Soit $\nu_{\mu} : \nu_e : \nu_{\tau} = 2:0.97:0$

(avec $\pi^-/\pi^+ = 0.53$)

à l'émission

-Le fichier Modifié a été soumis à la collaboration GEANT4

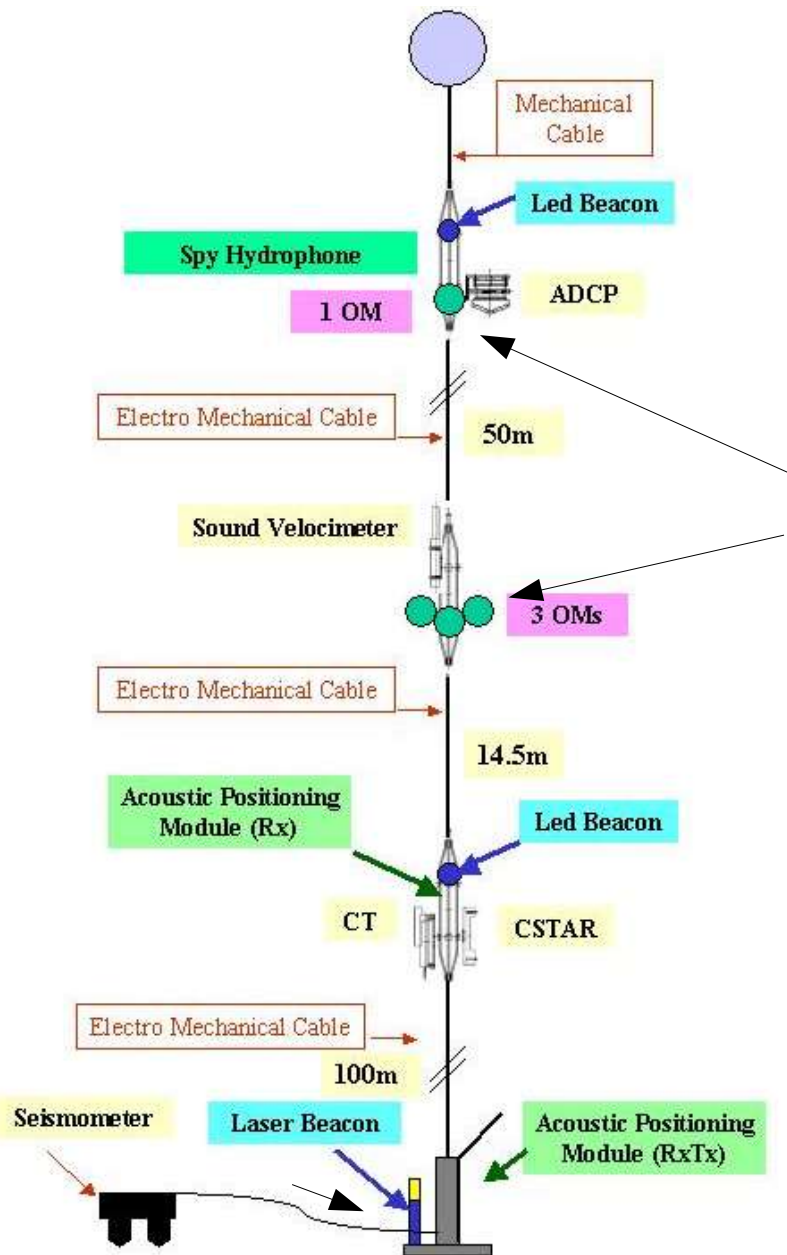
-Note interne antares-phys/2005-002

Cette étude est applicable à la plupart des sources .

TEST ET CALIBRATIONS

Exemple de la MILOM et
perspective pour la ligne 1

LA MILOM



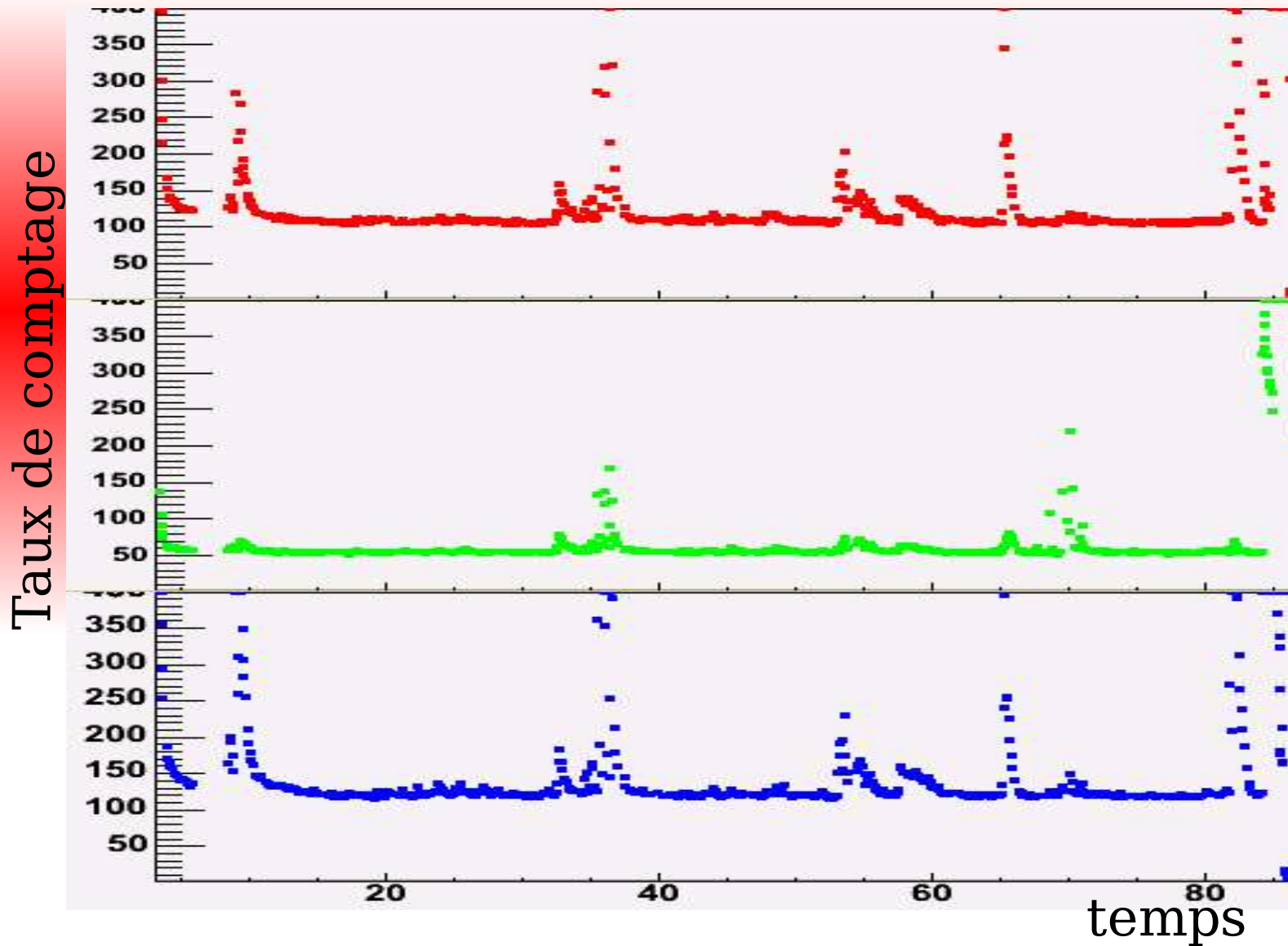
MILOM=Mini Ligne instrumentée
avec Modules Optiques

Instrument pour calibration ,
mesure des parametres du site

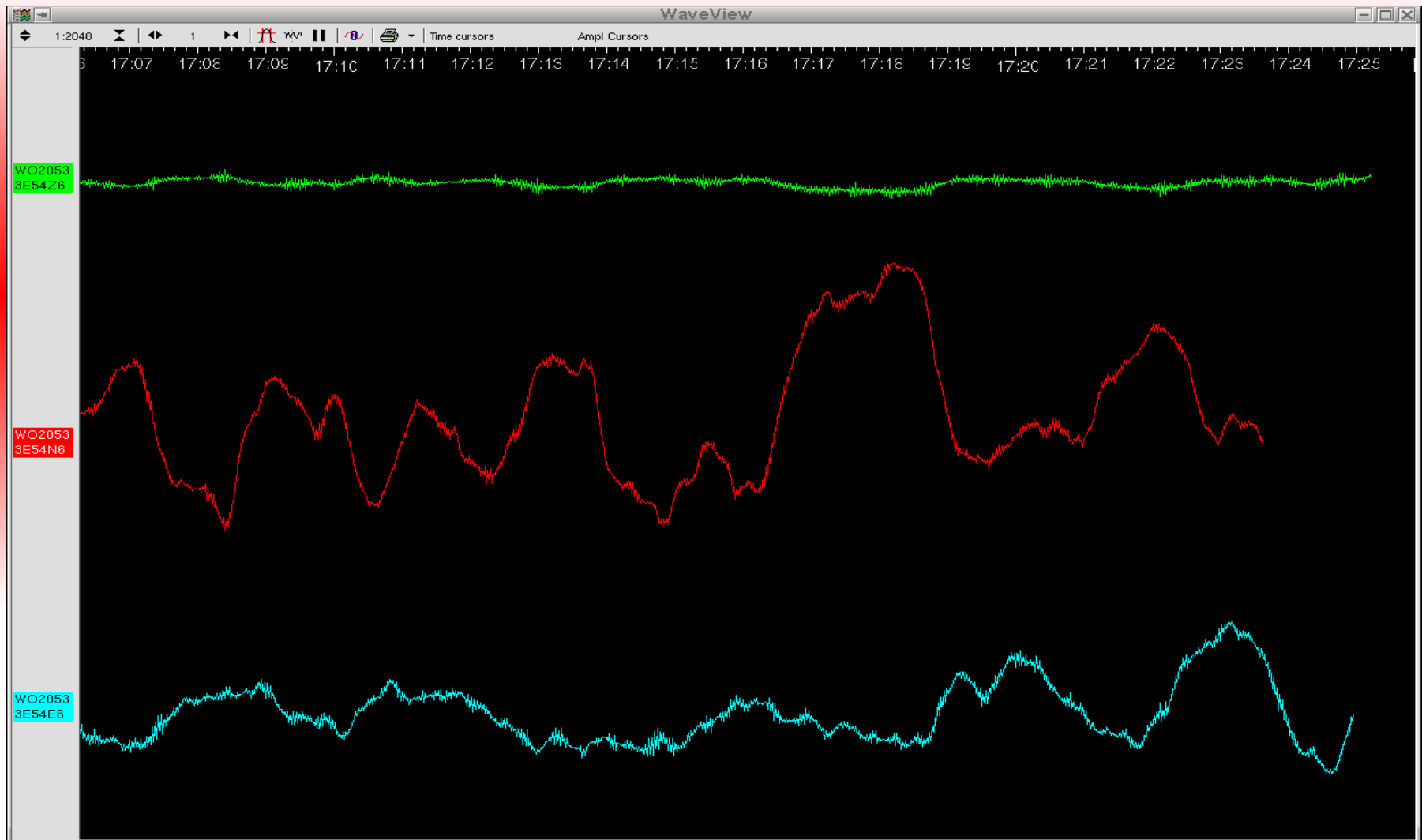
3+1 Modules optiques

Mise a l'eau le 18 Mars
Connectée le 13 Avril
Fonctionne !

Exemple de donnée (bioluminescence+ ^{40}K)



Donnée du Sismographe



A. Deschamps , Nice

Principe des tests



splitter

Principe des Test

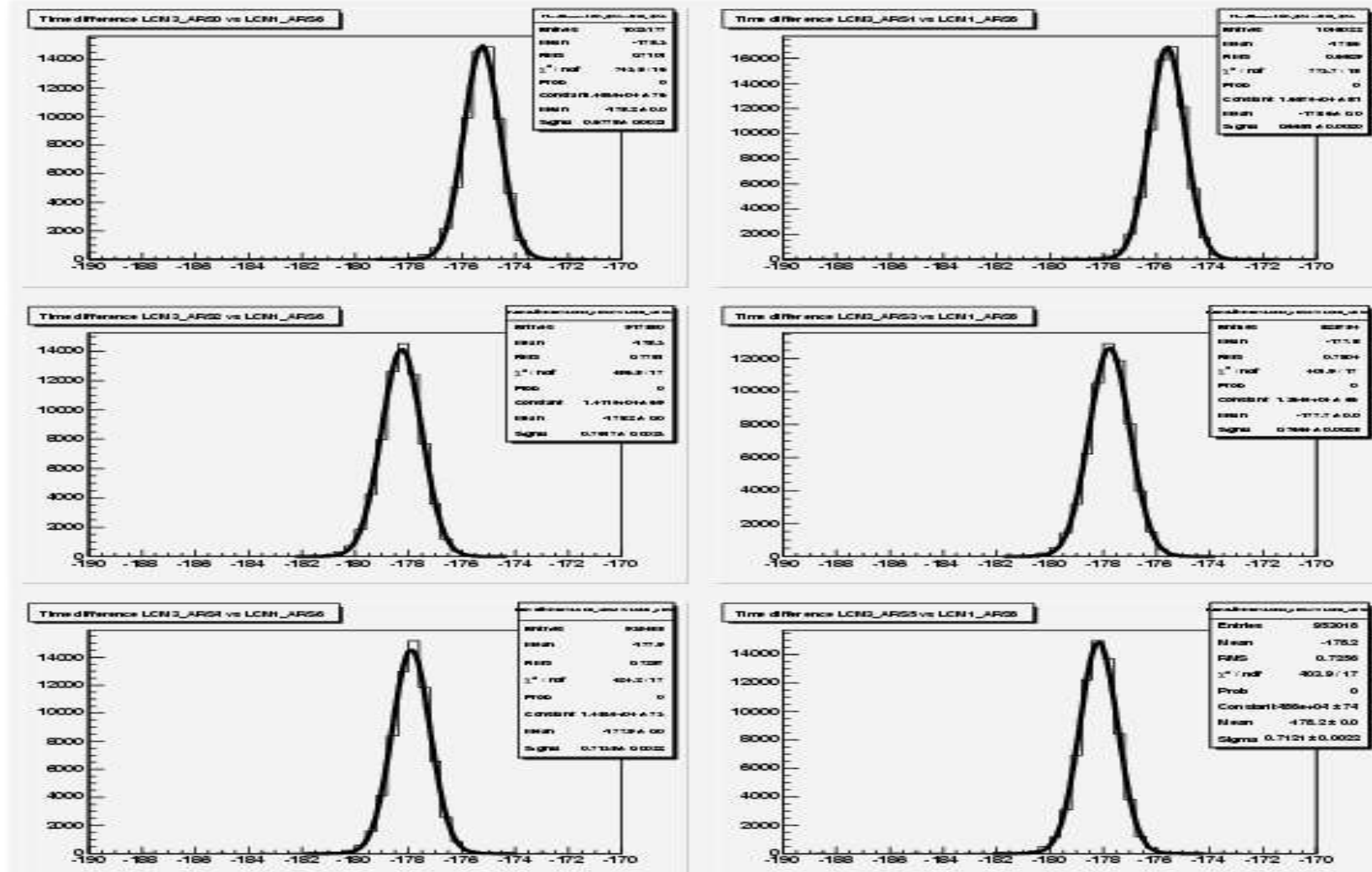
La ligne est installée en salle noire au CPPM

Utilisation du LASER pour la calibration en temps
utilisation de LED Internes
synchronisée sur l'horloge

A différentes intensités lumineuses, à différentes tensions sur les PM

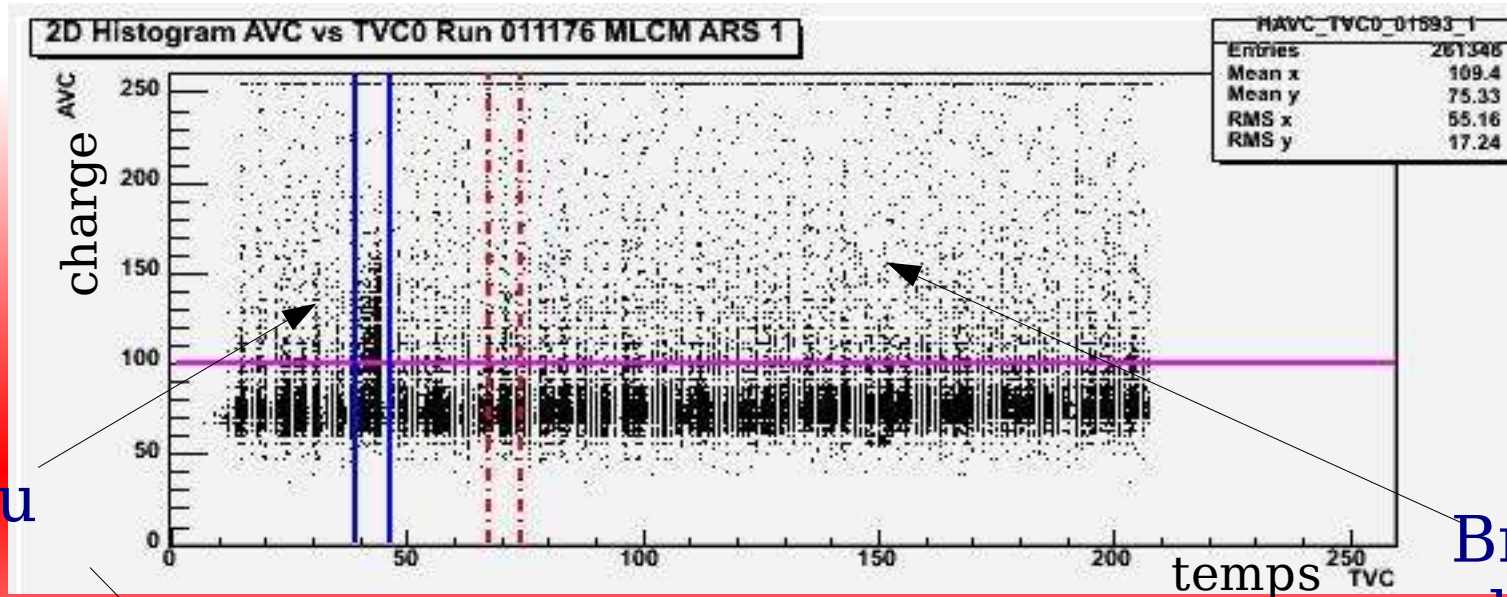
=> Donne des informations sur le temps de TRANSIT du module optique

Calibration LASER



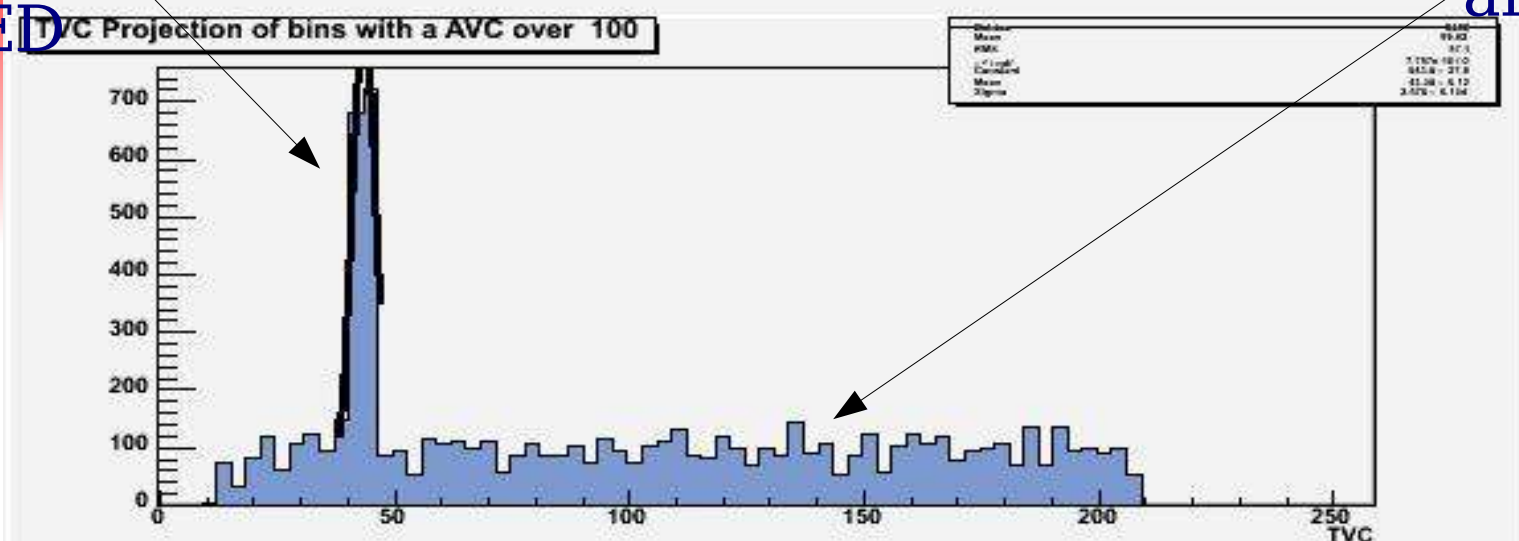
Le temps relatif entre les PM est du au temps de transit

études des Runs avec la LED-Interne

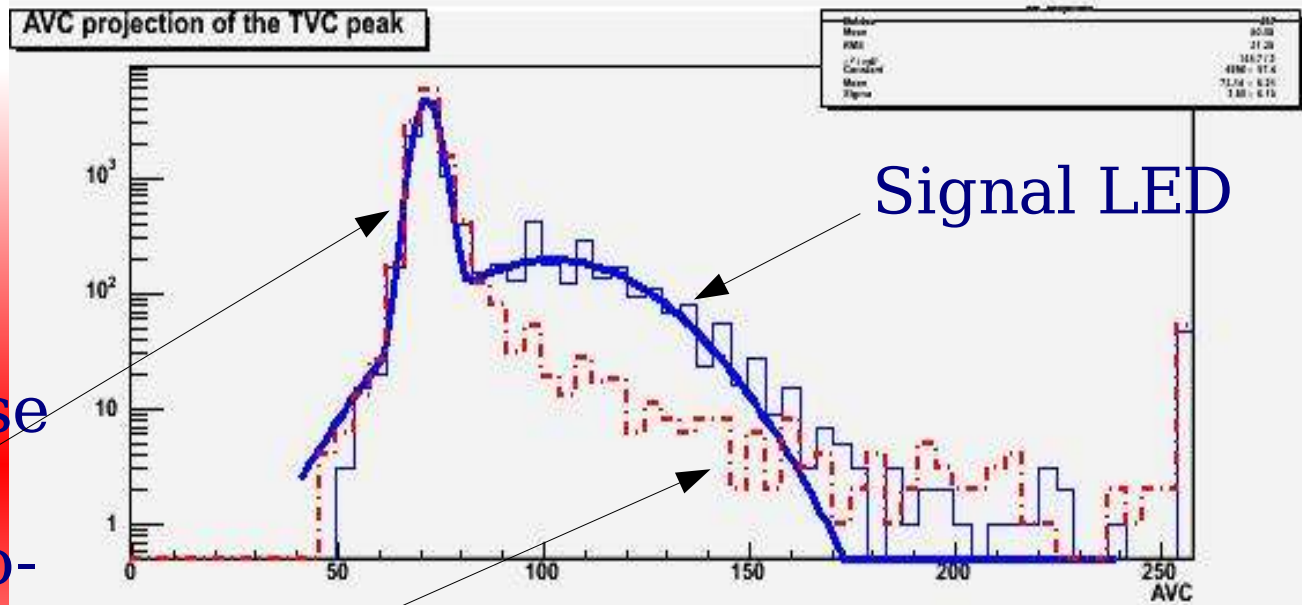


Pic du
à
la LED

Bruit
aléatoire

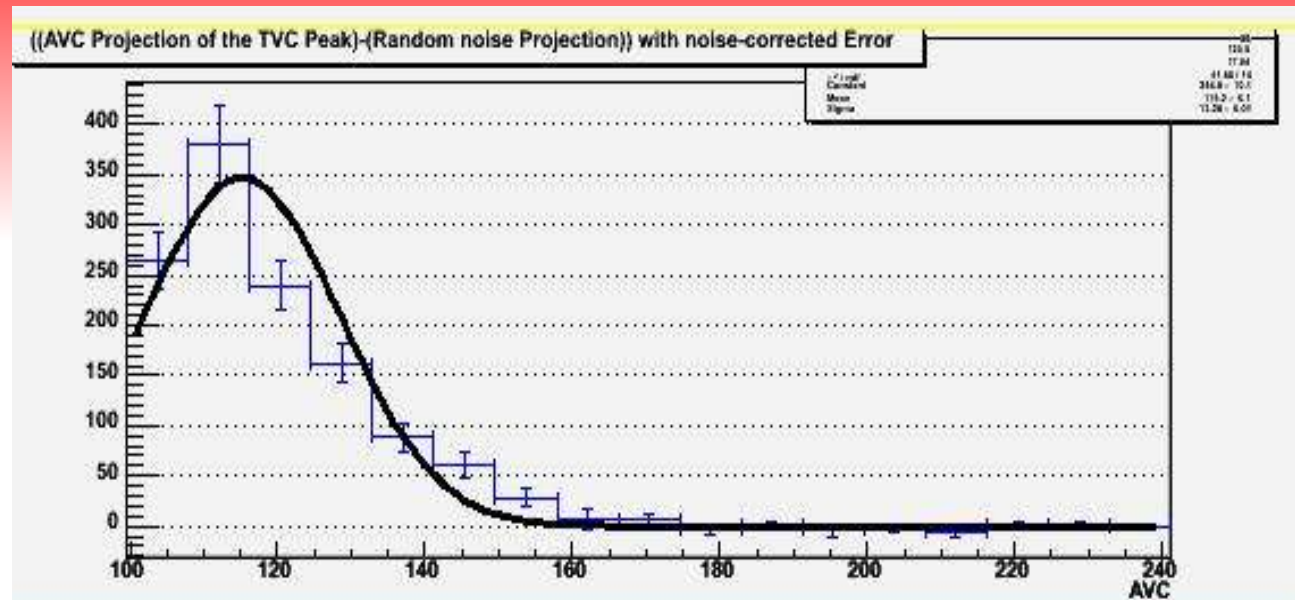


Projection en charge



Pic à basse
charge
(Un Photo-
électron)

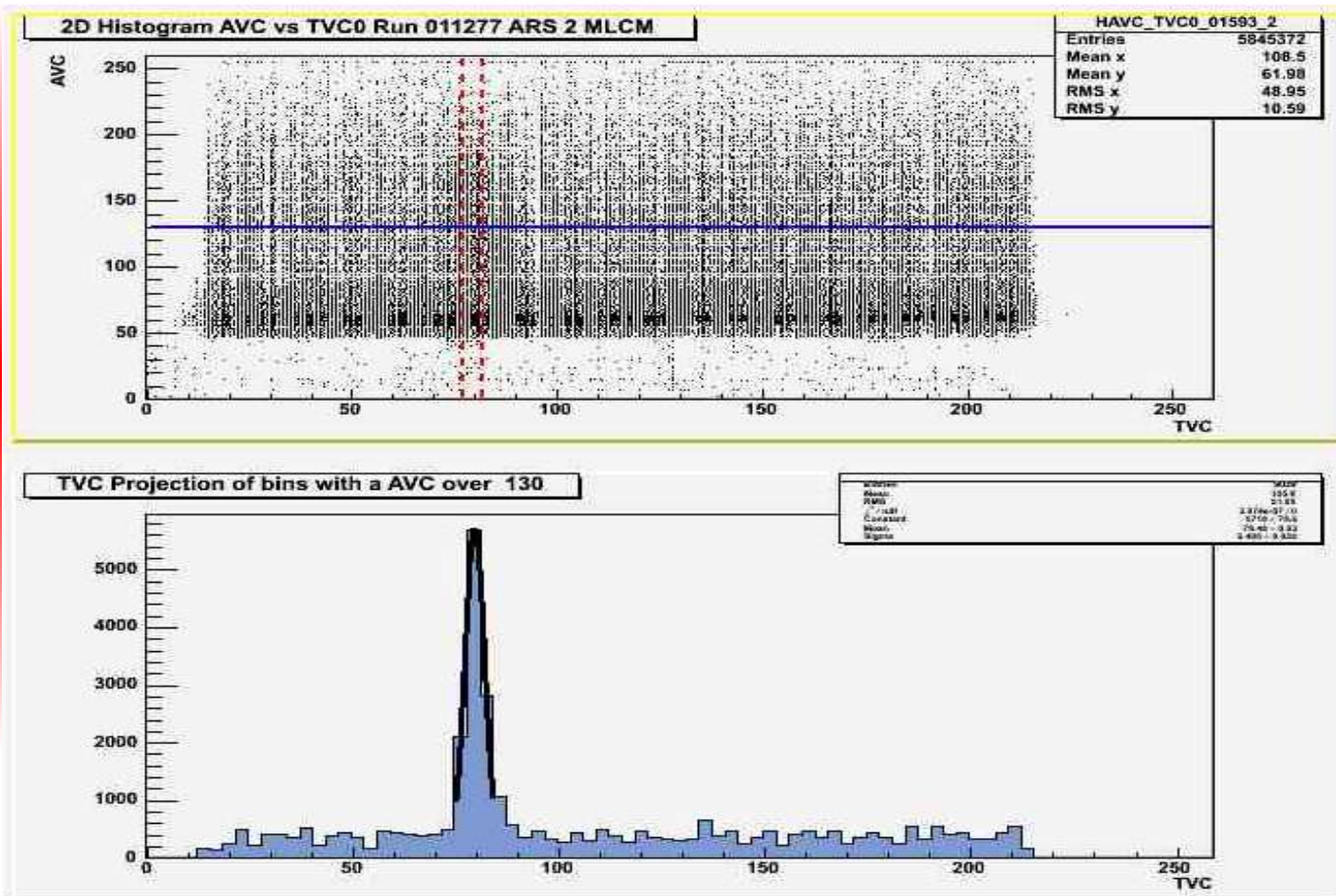
Bruit
aléatoire



Continuation de l'analyse

- Mesure des différences en temps absolu entre les LED-internes
- Comparaison avec les mesures LASER
- Utilisation de la LED en milieu sous marin

LED en milieu sous marin



Première données de calibration en temps sous marine !
préliminaire .

Perspectives pour la ligne 1 et les suivantes ...

Ligne 1 : Première ligne ANTARES Complète
25 étages 75 PM !
Intégration prévue Mai/Juin au CPPM

Le travail d'analyse et de calibration sera
donc beaucoup plus complexe
et marquera le début du déploiement
d'ANTARES

études de
l'influence des
paramètres du site

Chaîne MC d'ANTARES

Production de
Neutrinos
interagissant



Génération des
traces



Ajout du bruit ^{40}K

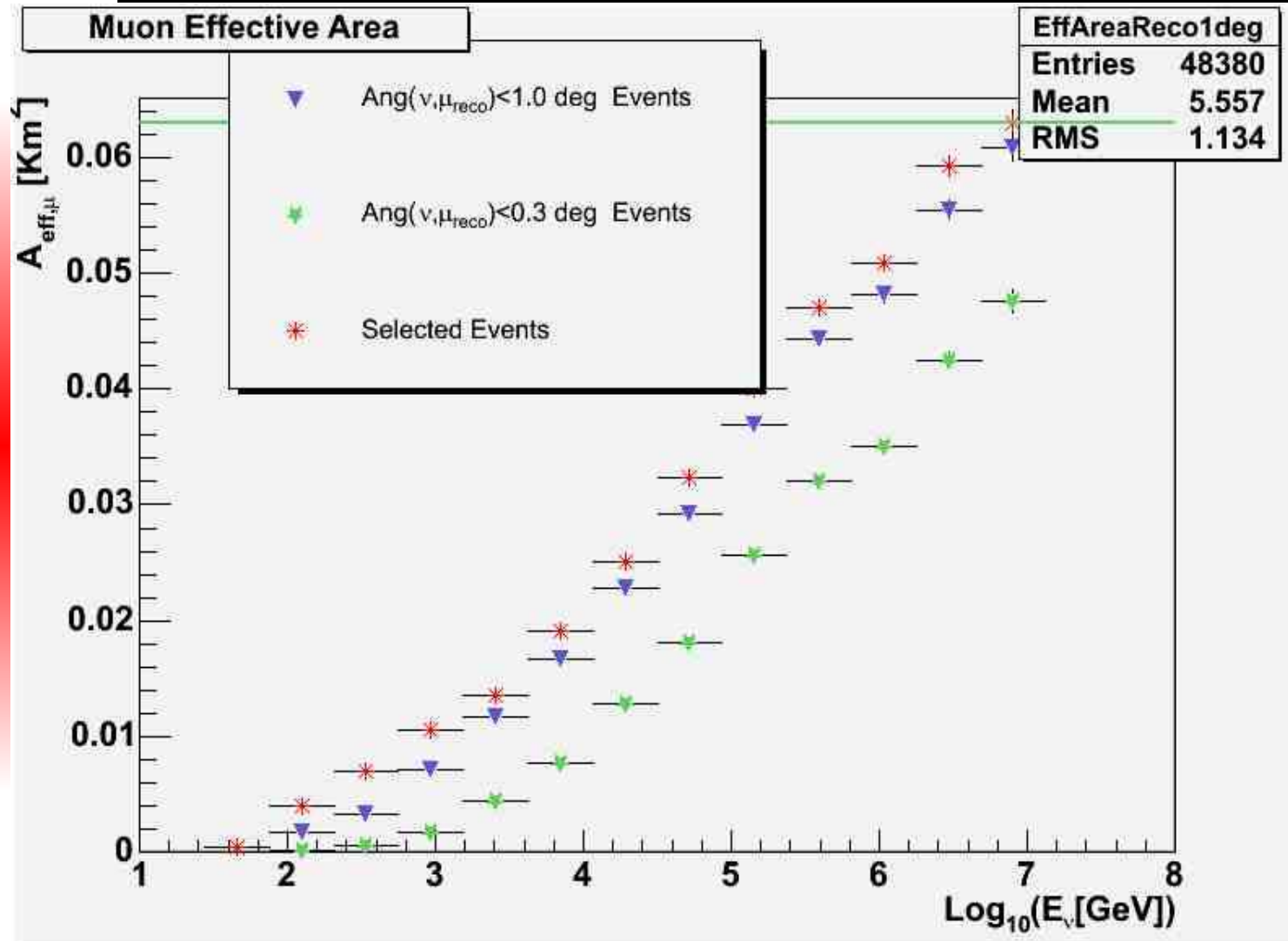


Reconstruction

-Donnée au Format ASCII ,
conversion en ROOT a la fin

étape préliminaire :
Faire fonctionner cette chaîne
sous Scientific Linux

Surface effective



Comparable aux valeurs officielles

-La chaîne MC fonctionne correctement

-La statistique simulée est suffisante

$$A_{eff}(E_\nu, \theta_\nu, \phi_\nu) = V_{eff} \times (\rho N_a) \times \sigma(E_\nu) \times P(E_\nu, \theta_\nu)$$

$$V_{eff}(E_\nu, \phi_\nu, \theta_\nu) = \frac{N_{det}(E_\nu, \phi_\nu, \theta_\nu)}{N_{gen}(E_\nu, \phi_\nu, \theta_\nu)} \times V_{gen}$$

Autres paramètres

$\Delta\theta$: résolution angulaire
différence d'angle entre le
muon reconstruit et le
neutrino MC .
Depend de l'énergie .

Δt :
Différence entre le temps
d'arrivé mesurer et le temps
d'arrivé du neutrino MC .

Prochaines étapes

- Paramètres de site (Transparence ,diffusion etc ...)
- Paramètres de détecteur ((non) Calibration etc ...)

Influence sur A_{eff} et $\Delta\theta$

Calcul des erreurs systématiques sur A_{eff} et $\Delta\theta$

Perspectives Générales

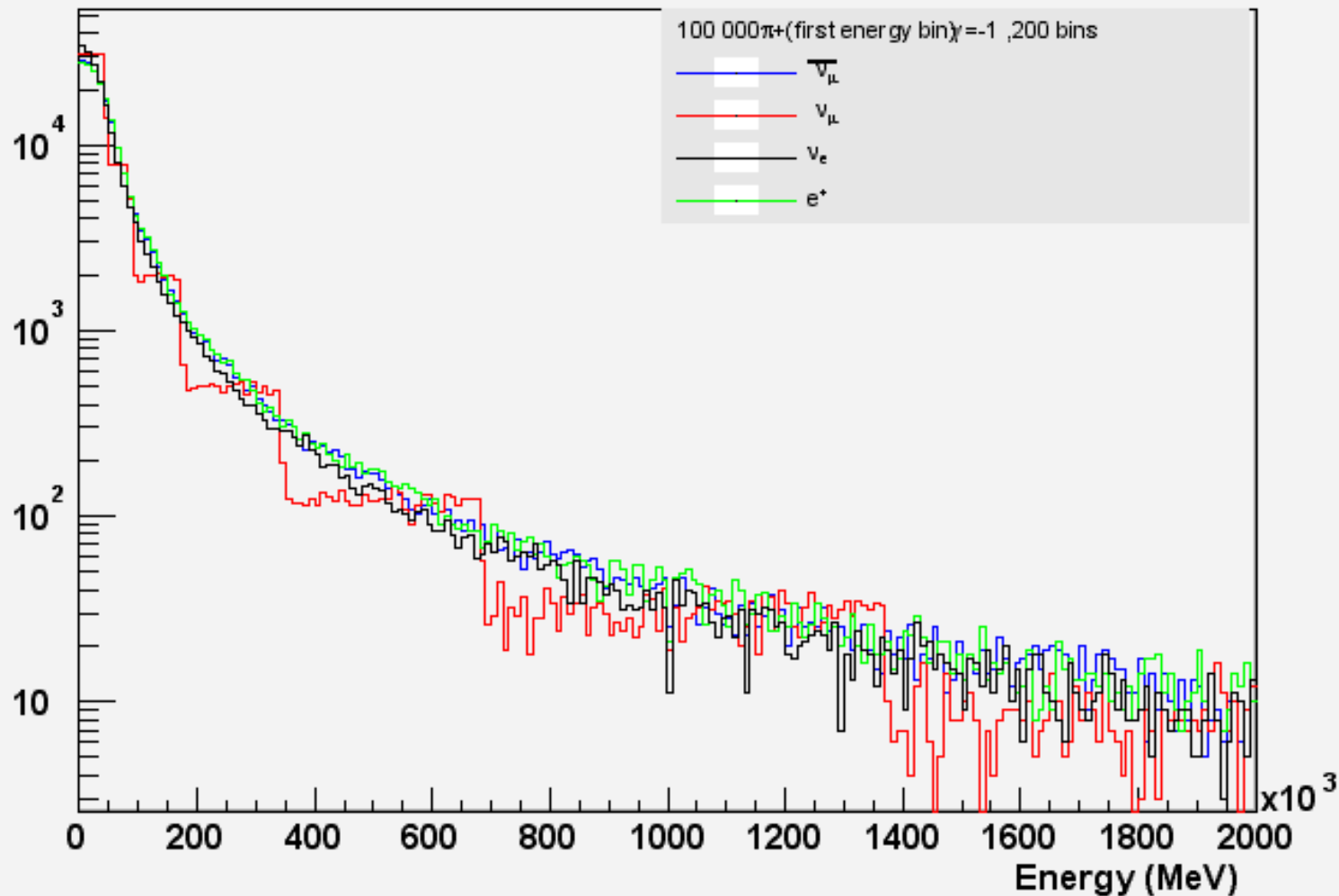
déploiement final d'ANTARES 2005-2007

- Test et calibration des lignes (salle noire)
 - études MC : Paramètres de site
- Analyse de donnée de Calibration + MC : Bonne preparation Pour les donnée de physique (Ligne 1 en Septembre)
- Première données de Physique Muons atmosphérique
 - Premiers neutrinos dans ANTARES : Vérification de la physique que l'on connaît (oscillation etc ..)

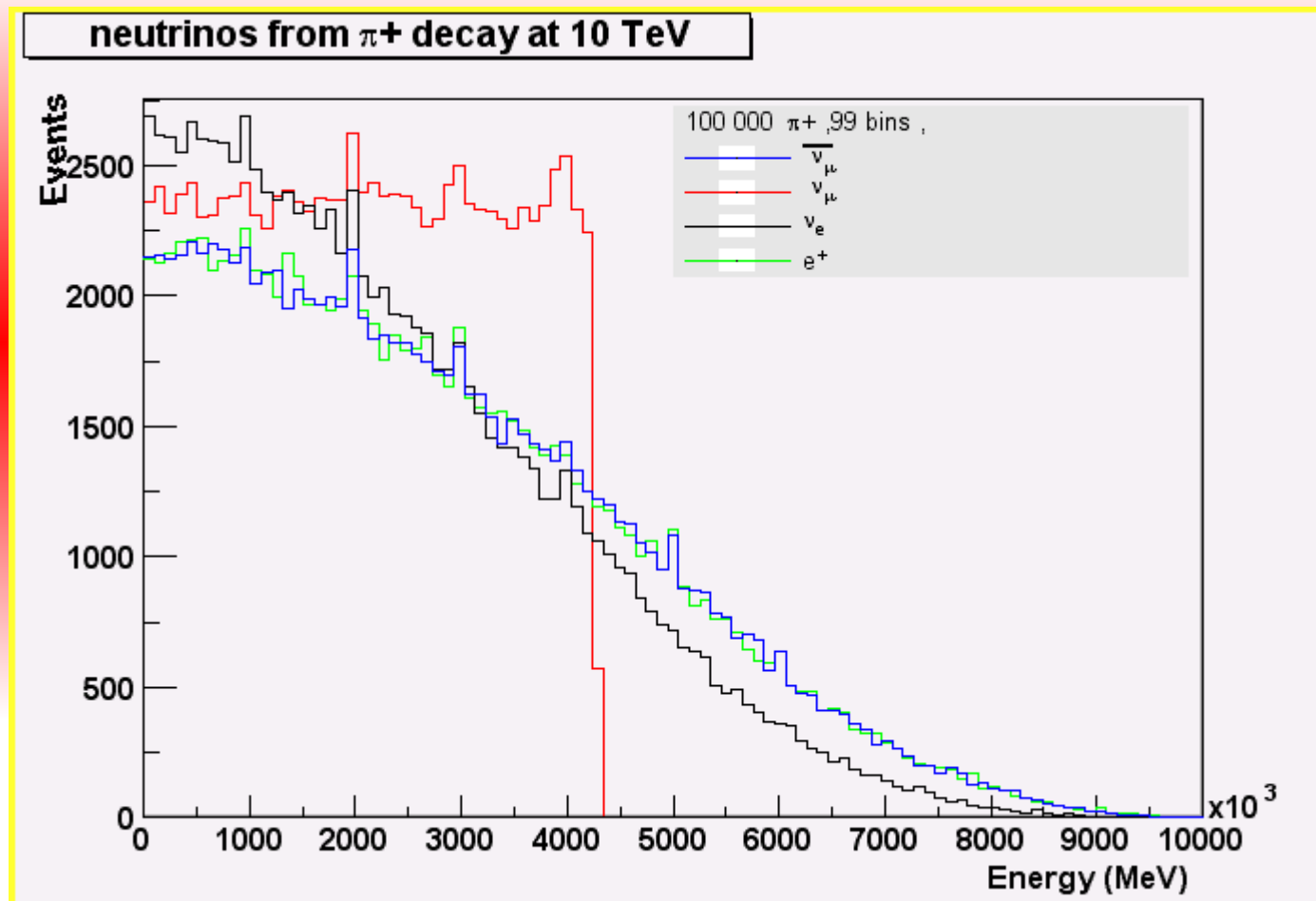
FIN

Application à un spectre

Neutrinos from π^+ decay with a spectral index = -1

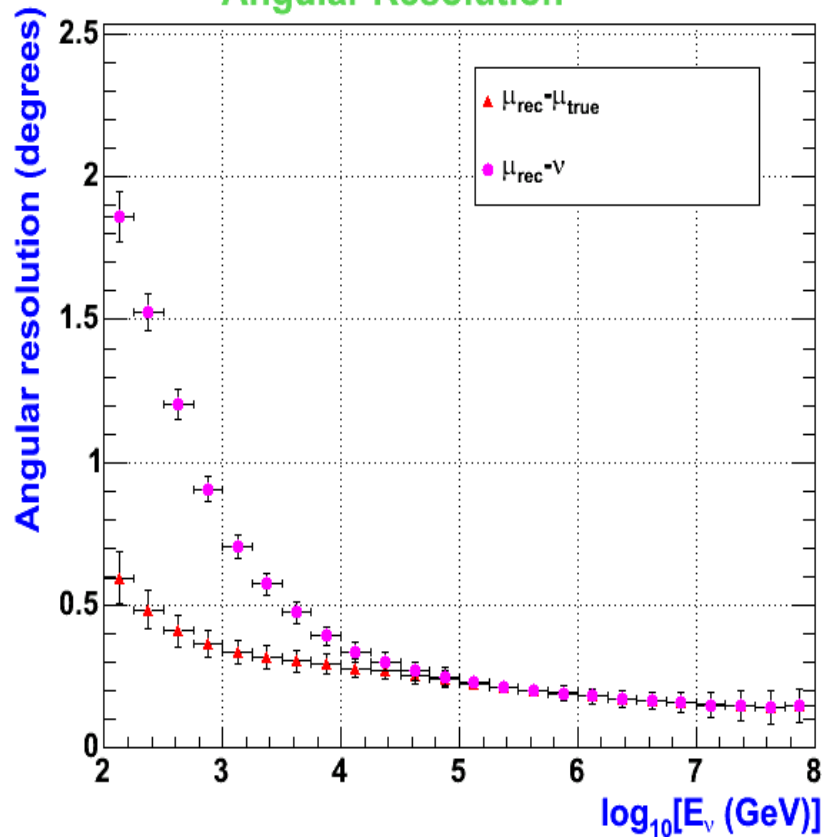


Modification de GEANT4



Resolution Angulaire : plot officiel

Angular Resolution



Reconstruction error

