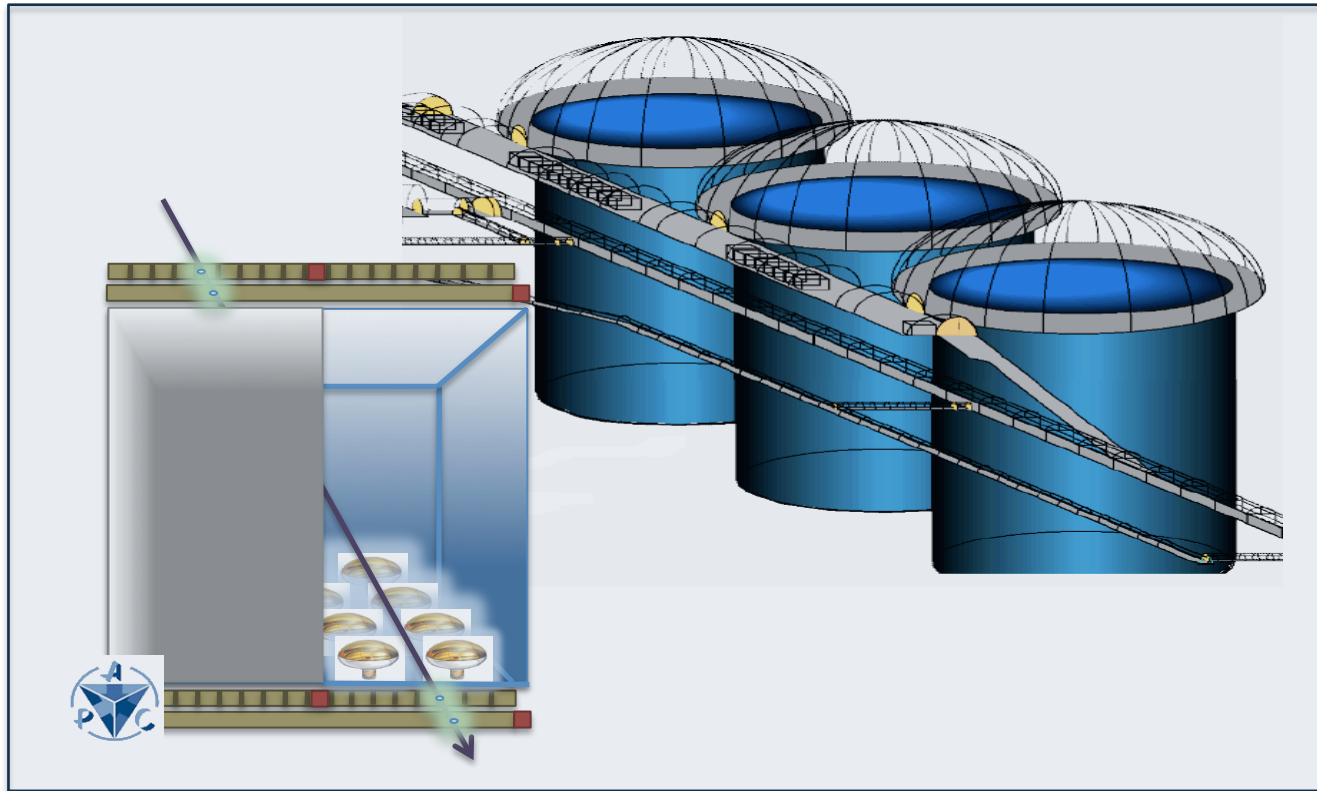


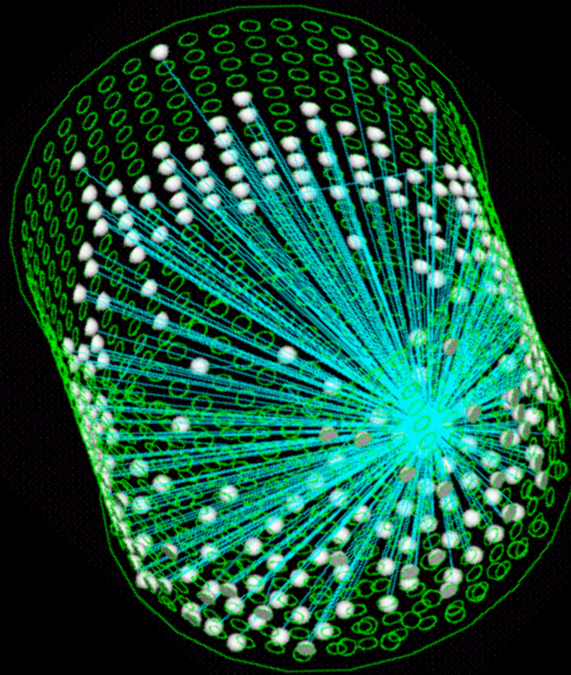
MEMPHYS: UN WATER ČERENKOV EN EUROPE



JJC - 30 Nov. - 6 Déc. 2008

SOMMAIRE

MEMPHYS

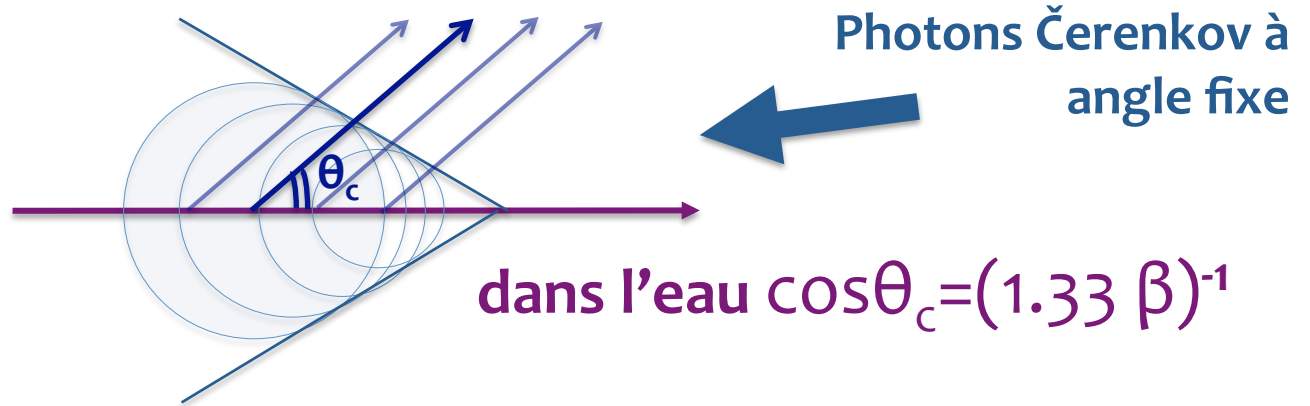


WATER ČERENKOV EN EUROPE

- Water Čerenkov
- LAGUNA & EUROnu
- MEMPHYS
 - Géométrie du détecteur
 - Site de Fréjus
 - Physique du Čerenkov à eau
 - Simulation
 - R&D: PMm2, Memphyno
- MEMPHYNO
 - Motivation
 - APC – Fréjus – CERN
 - Simulation prototype
 - Cuve
 - Hodoscope
 - ...
- Conclusion

WATER ČERENKOV

Détecter une
particule chargée:
 $v > c$



Num. des photons produits:

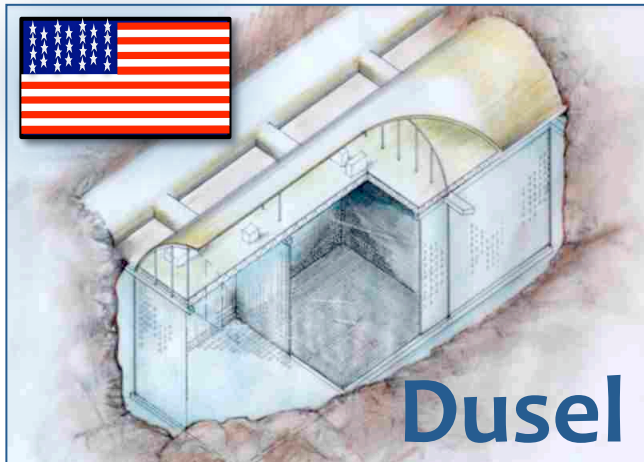
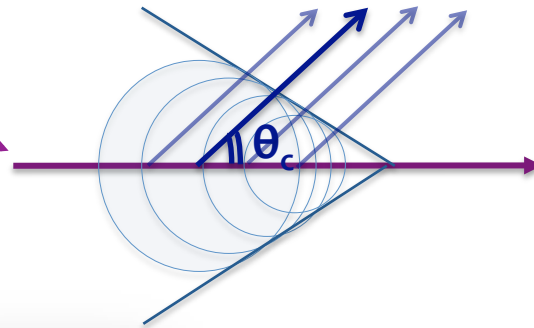
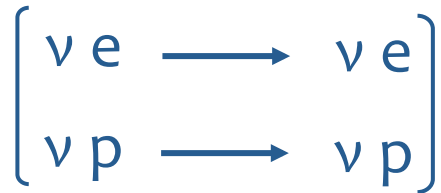
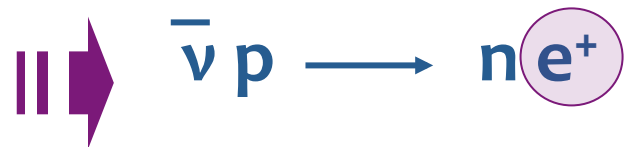
$$\frac{d^2N}{dx d\lambda} = \frac{2\pi\alpha z^2}{\lambda^2} \left(1 - \frac{1}{\beta^2 n^2(\lambda)} \right) \quad \frac{d^2N}{dE dx} \approx 370 \sin^2\theta_c (E) \text{ eV}^{-1} \text{ cm}^{-1} \quad (z=1)$$



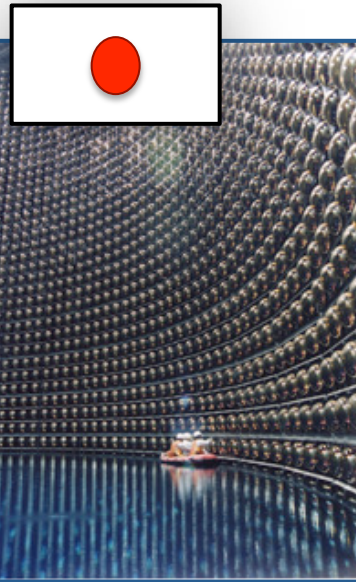
Ne pas oublier l'absorption
de la lumière dans l'eau!

$$N_\gamma = N_0 e^{-L/L_0}$$

WATER ČERENKOV pour ν



SuperKamiokande



HyperKamiokande



LAGUNA

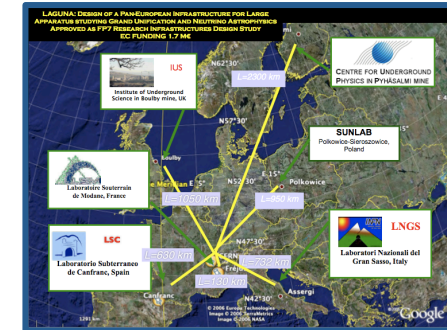
Large Apparatus for Grand Unification and Neutrino Astrophysics



DESIGN OF A PAN-EUROPEAN INFRASTRUCTURE FOR LARGE APPARATUS STUDYING GRAND UNIFICATION AND NEUTRINO ASTROPHYSICS APPROVED AS FP7 RESEARCH INFRASTRUCTURE DESIGN STUDY EC FUNDING 1.7M€

= > 7 sites candidates in Europe:

- Boulbu
- Fréjus
- CNGS off-axis
- LSC
- Pyhäsalmi
- Sulab
- IFIN-HH



Référent en France T. Patzak



• Proton decay

- Limite sur le temps de désintégration jusqu'à 10^{35} y

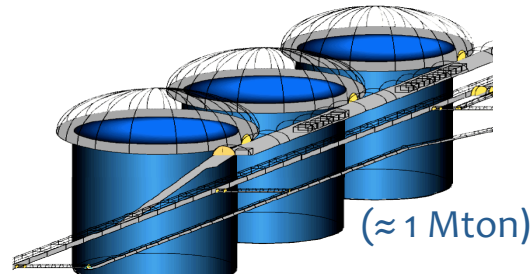
• Neutrinos de

- Supernovæ (explosion & "relic")
- Rayons Cosmiques (ν atm)
- ν solaire
- Accélérateur (super-beam, β -beam)
- Geo ν

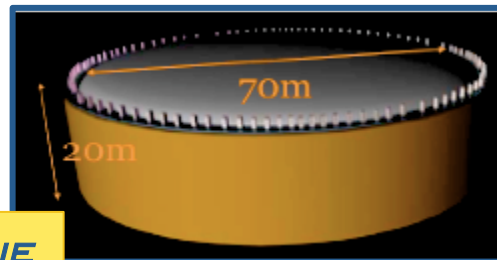
GUT

PROPRIÉTÉS ν , ASTRONOMIE

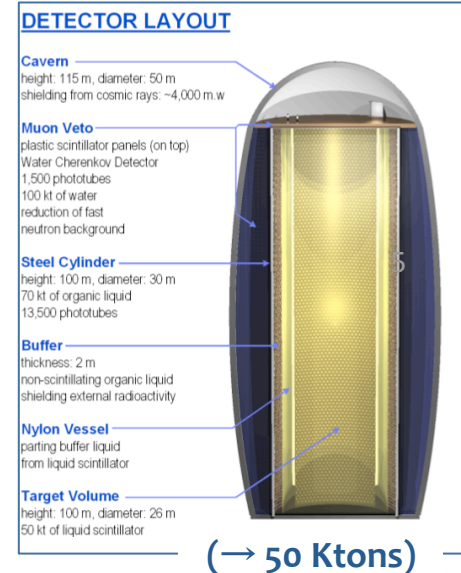
MEMPHYS: WATER ČERENKOV



GLACIER: LIQUID ARGON

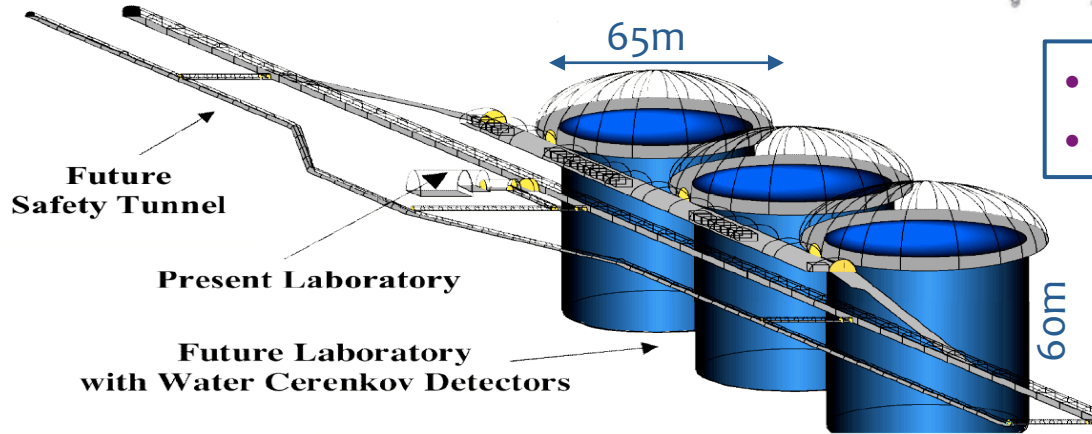


LENA: LIQUID SCINTILLATOR

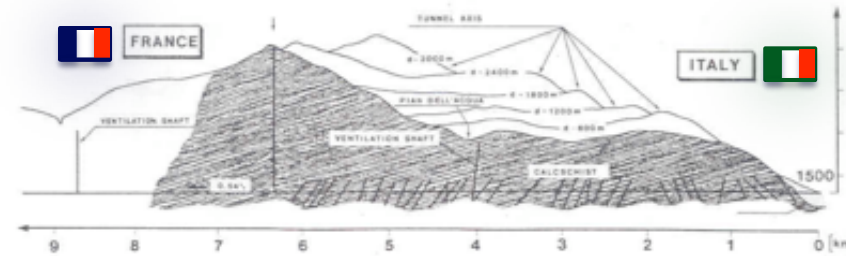


MEMPHYS

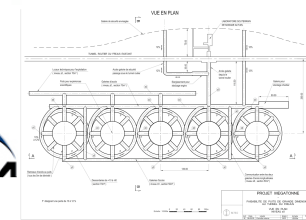
MEgaton Mass PHYSics at Frejus



- Water Čerenkov (“cheap and stable”)
- Masse fiducielle totale: 440 kt
- Baseline:
 - 3 modules cylindriques 60x65 m
 - Taille limitée par la longueur d’atténuation de la lumière ($\lambda \sim 80\text{m}$) et par la pression sur les PMTs;
 - Readout: 12” PMTs, 30% geom. cover (#PEs = 40% cov. with 20” PMTs);



- 130 Km du CERN
- 4800 m.w.e.



Acquisition regroupée:

http://www.apc.univ-paris7.fr/APC_CS/Experiences/MEMPHYS/

MEMPHYS

• Désintégration du proton:

$$p \rightarrow e^+ \pi^0 \quad \text{"golden" channel"}$$

(SK a montré que c'est possible même: $p \rightarrow K^+ \nu$)

• Neutrinos de collapse SN:

-- > Accès aux:

- Mécanisme d'explosion de SN
- Paramètres de production des neutrinos et propriétés

• Neutrinos diffus de SN:

Signal / bkg: avec le Gd le bruit de fond se réduit
(les non $\bar{\nu}_e$ sont rejetés)

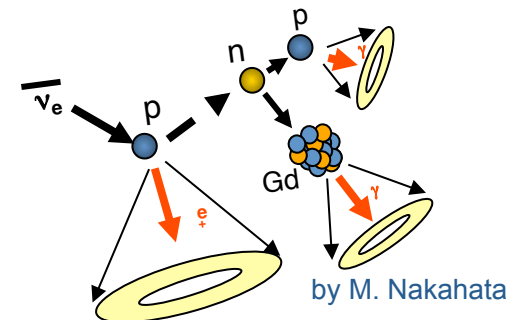
• Paramètres des oscillations des ν :

- Bonne sensibilité pour la mesure de θ_{13} et δ_{CP} avec Super-beam ($\nu_\mu \rightarrow \nu_e$) et β -beam ($\nu_e \rightarrow \nu_\mu$).

PHYSIQUE DU WATER ČERENKOV

Possibilité d'utiliser les neutrinos des
SN comme trigger rapide
(coïncidence des événements).
SN jusqu'a ~5 Mpc.

Ando et al.,
astro-ph/0503321



Zucchelli,
Phys.Lett. B 532 (2002)

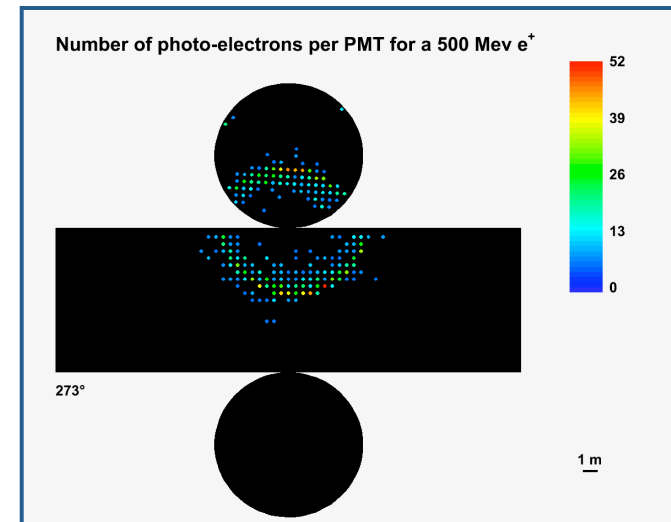
Possible combinaison des
deux faisceaux.

MEMPHYS

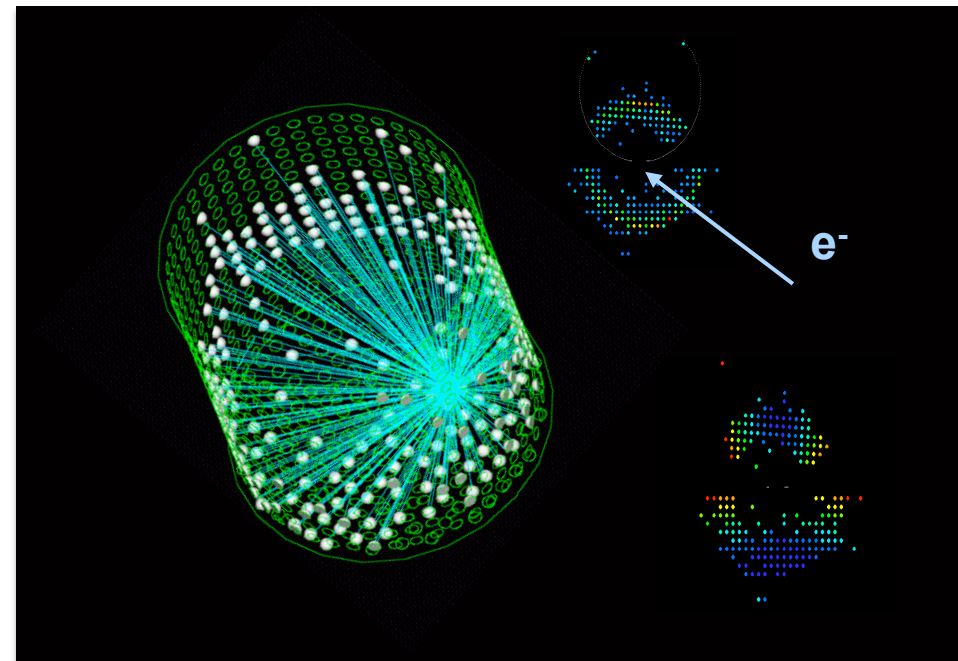
SIMULATION EN Geant4

Travail en cours:

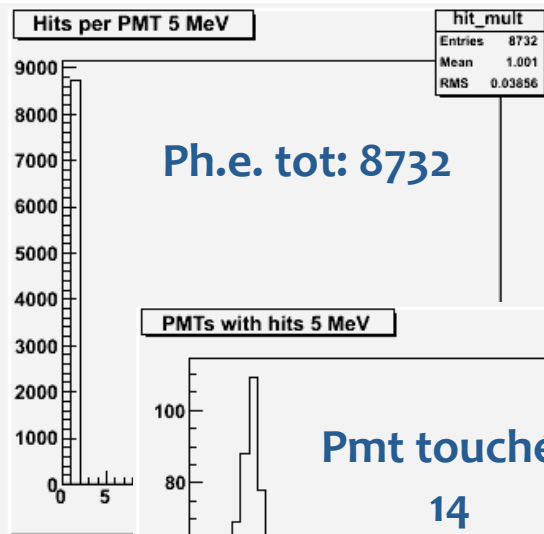
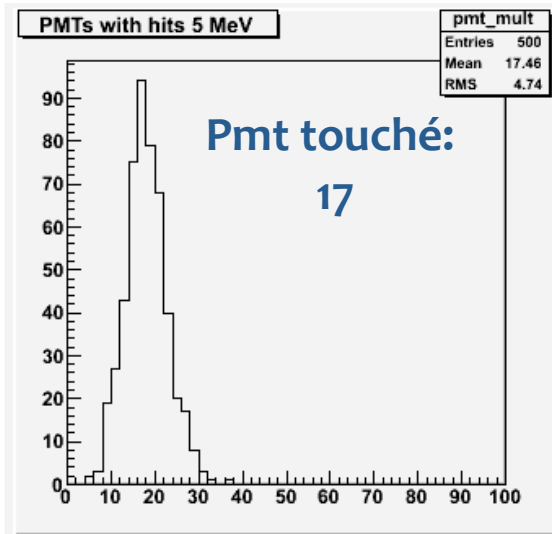
- Révision du code pour améliorer l'implémentation de la géométrie;
- Implémentation de la simulation de l'électronique;
- Amélioration du modèle optique;
- Reconstruction des événements;
- Etude sur la longueur d'atténuation de la lumière dans l'eau.



Visualisation "à la SK" developed
[E.Richard - APC]



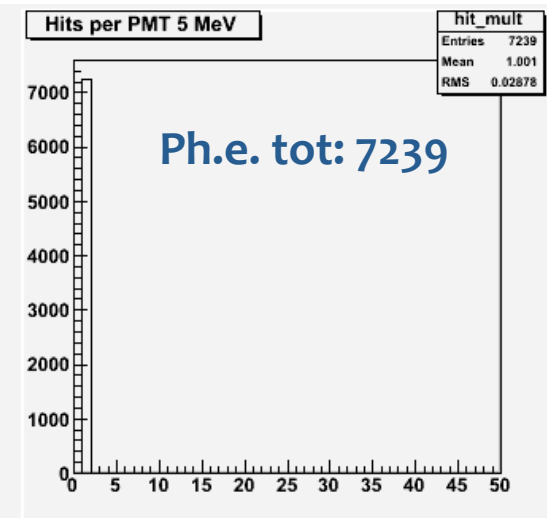
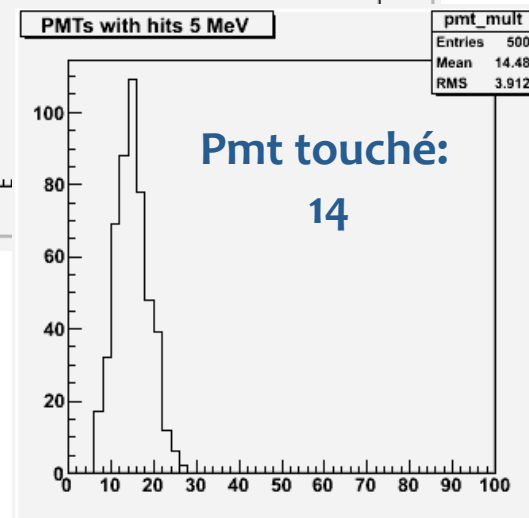
Etude de les variation de la longueur d'atténuation de la lumière dans l'eau: transparence de l'eau (composition et température).



Ph.e. ~ 1

Long. Abs moyenne ≈ 100 m

On a besoin d'une mesure avec une précision supérieure a les 10 m!!!



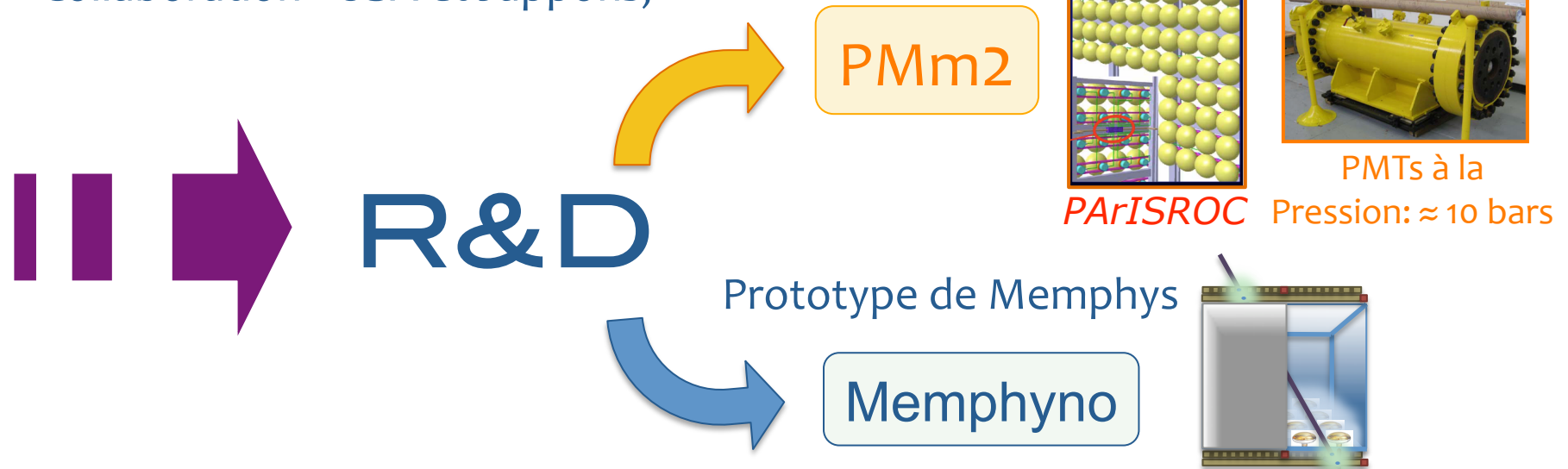
Long. Abs moyenne ≈ 80 m

EN RÉSUMÉ

MEMPHYS

- L'Europe est active pour un détecteur Čerenkov à eau de grande taille;
- LAGUNA finance en particulier l'études des infrastructures des sites de Glacier, Lena, Memphys;
- Memphys participe activement dans EUROnu;
- Simulation et études du détecteur en cours;
- "Collaboration" USA et Jappons;

Etude des performances physiques d'un détecteur Čerenkov à eau dédié à la mesure des paramètres d'oscillation de neutrinos avec Super-beam et β -beam, y compris la réponse détaillé et le bruit de fond.



MEMPHYNO

PROTOTYPE DE MEMPHYS

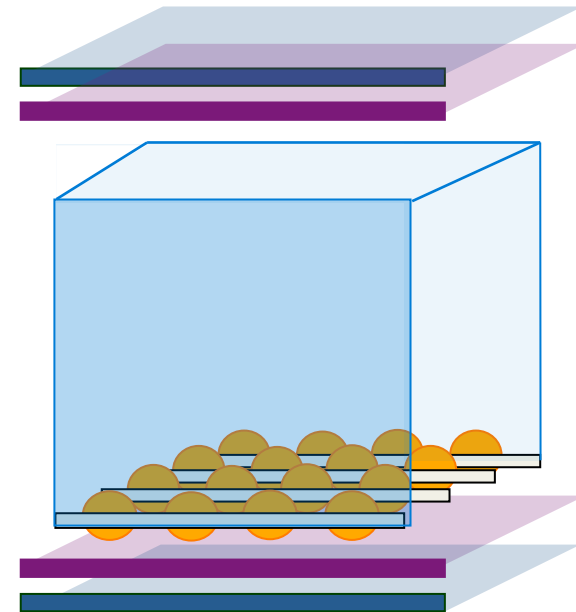
- ~ 8 Tonnes d'eau + Gd (?)
- 2 x 2 x 2 m³ (Fréjus dim.)
- hodoscope: "trigger"
- matrice 16 PMTs de 12"



Étude (et simulation) de collection de lumière Čerenkov: tests avec des muons cosmiques (directions sélectionnées avec l'hodoscope).



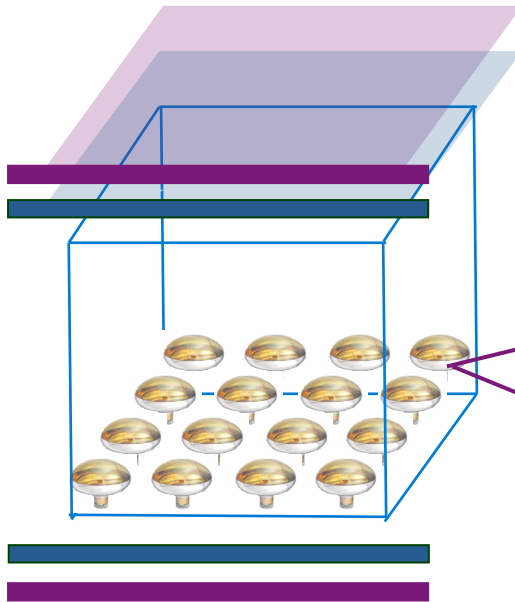
- Test complet de la chaîne "électronique et acquisition"
- Étude de seuil de déclenchement
- self-trigger mode
- Performance de reconstruction des traces
- Gd doping: flexibilisation et performance



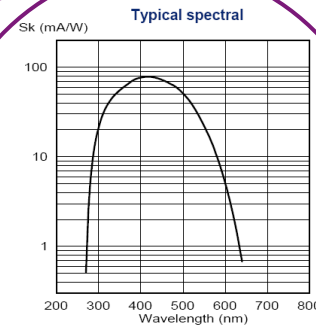
MEMPHYNO

PROTOTYPE DE MEMPHYS

Étude (et simulation) de collection de lumière Čerenkov: tests avec des sources ponctuelles.



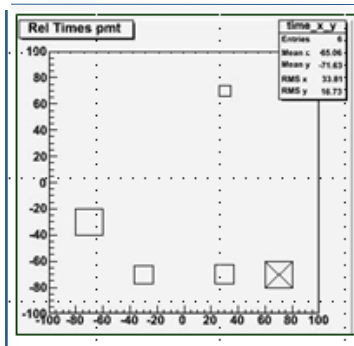
Eff. Quant. ~23 %



XP 300 mm
hémisphérique

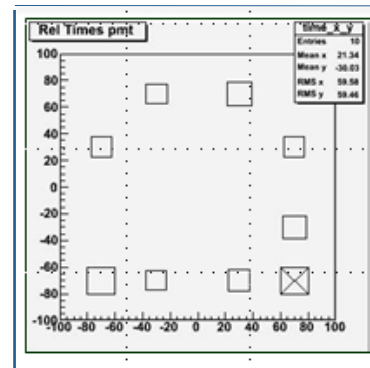
- Peu de ph.e
- Seuil Čerenkov électrons: 1MeV

Électron 1.5MeV



simulation

Électron 5.5MeV



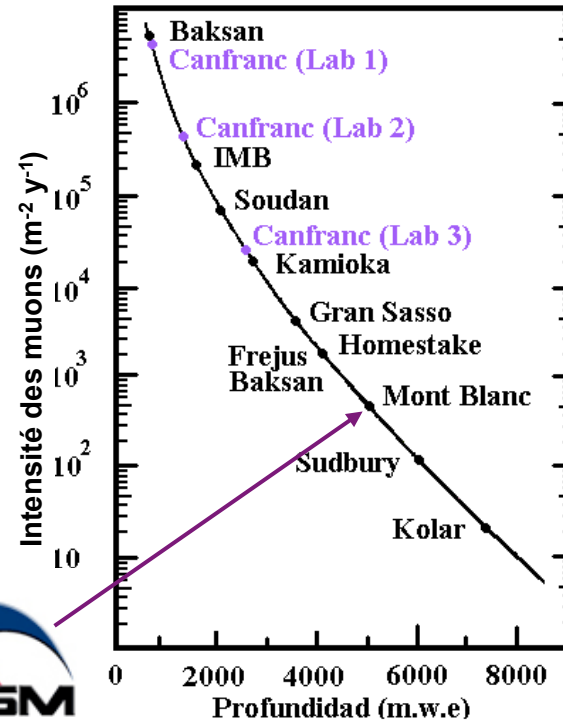
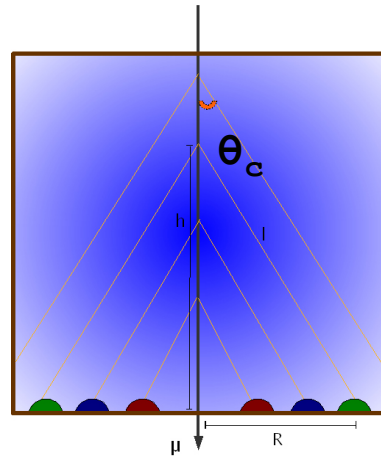
simulation

- Faisceau e^- , π , K
- Test du vrai seuil du détecteur.

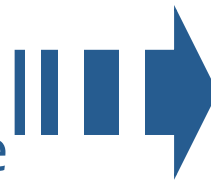


Pour avoir une idée du seuil de Memphys

MEMPHYNO



- Mesures du fond du site
- Acquisitions avec le même bruit de fond que Memphys



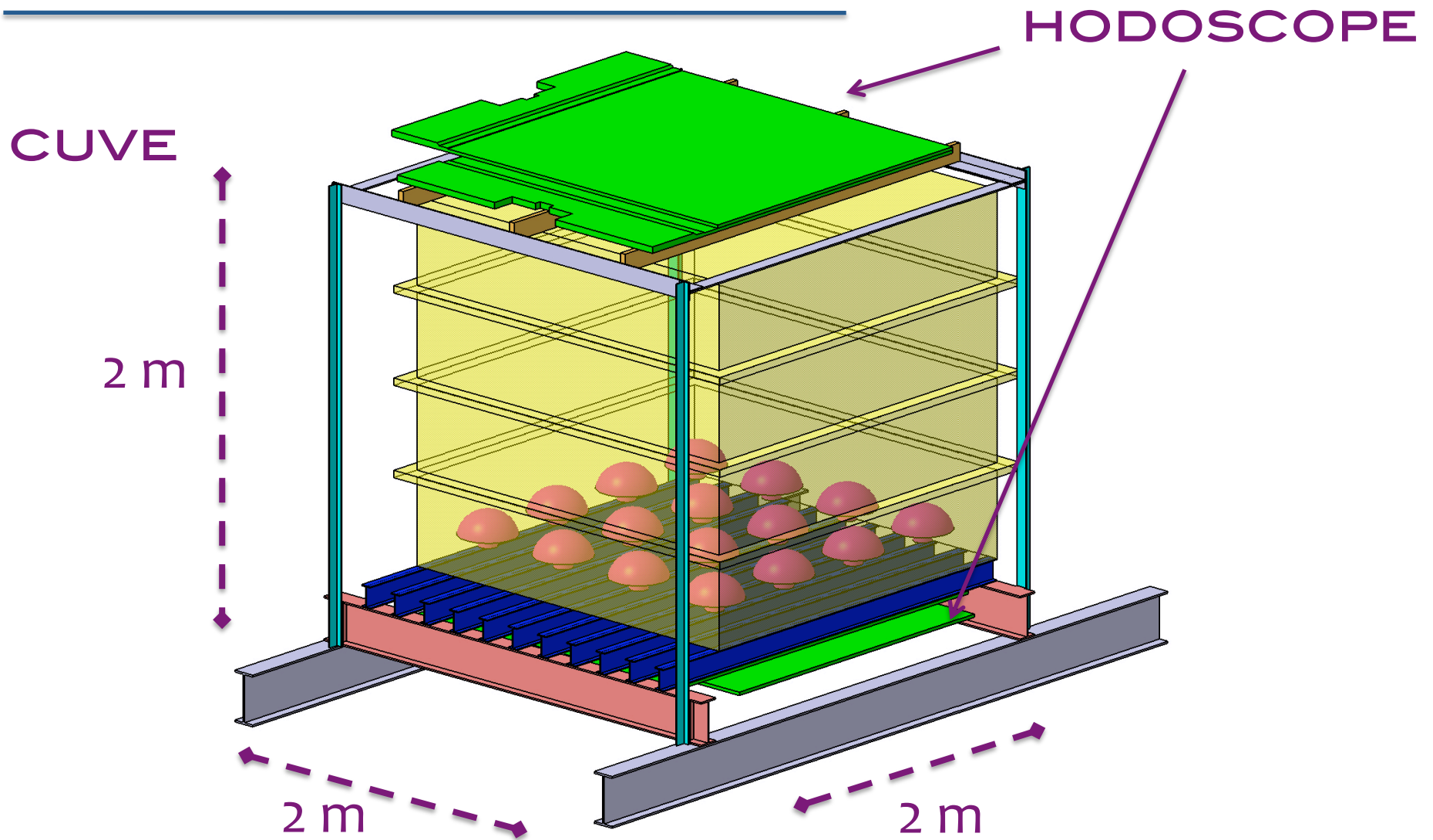
MESURES AU FRÉJUS

*L'espace disponible est de: $3 \times 3 \times 3 \text{ m}^3$:
-- > limite sur la dimension de Memphyno
-- > Cuve $2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$*

Maîtriser le plus possible le bruit de fond de Memphys

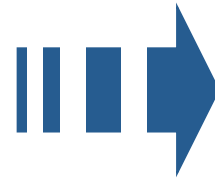
Les simulations nous aident, mais il faut mesurer..

MEMPHYNO





- Idée d'une cuve en "plastique" (PEHD)* à la place de l'acier:
 - moins chère
 - plus légère
 - plus facile à acheter



*** Aussi mieux pour le Gd!!**

<http://arViv.org/pdf/0805.1499>

Cuve "cubique"

~ 220 x 220 x 225 cm³

Cuve PEHD fermée pour le stockage d'eau à température ambiante.



"Les matières plastiques sont une alternative très intéressante aux produits métalliques car très résistants aux agents chimiques, insensibles à la corrosion. Sont plus légères et moins coûteuses".



Collaboration intense et régulière avec le service de la mécanique au Laboratoire APC et avec A. Givaudan.



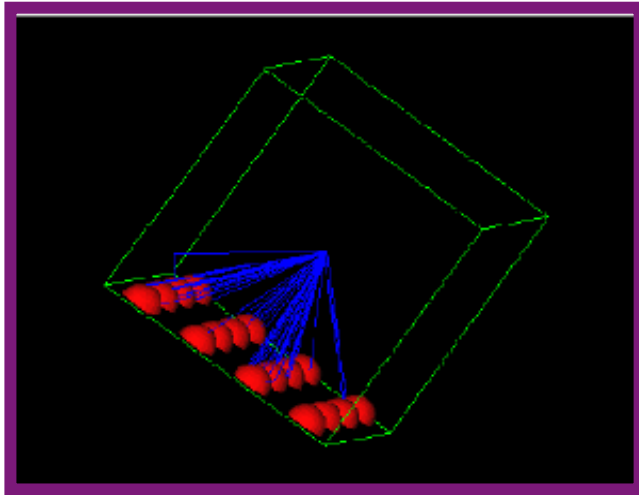
- Idée d'une cuve en "plastique" (PEHD)* à la place de l'acier:
 - moins chère
 - plus légère
 - plus facile à acheter



Mon ITA à moi..
Ou.. Mon prince
charmant de la
mécanique..

..un ingénieur qui
pose des questions
impossibles.

Collaboration
intense et
régulière avec le
service de la
mécanique au
Laboratoire APC
et avec A.
Givaudan.

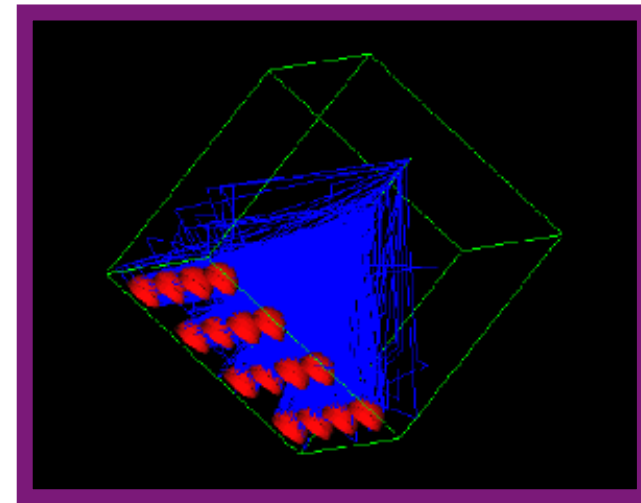


☑ Électrons de "1"-25 Mev:

- source ponctuelle: étude d'efficacité de reconstruction des vertex;
- émission de radiation des sources de bruit au centre du détecteur.

☑ Muons (de 5 Gev):

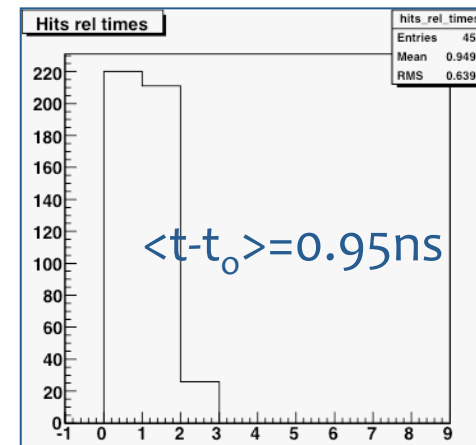
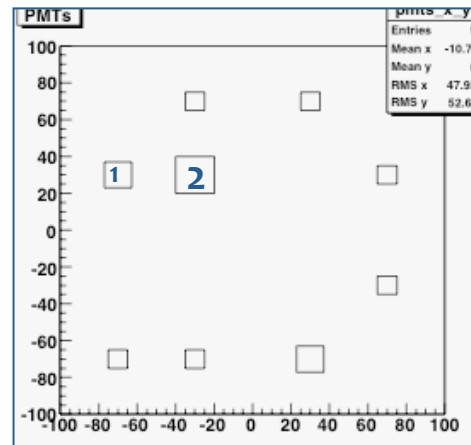
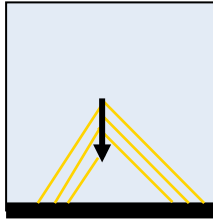
- les muons cosmiques seront détectés aussi par l'hodoscope externe = trigger;
- étude de "timing" et collection de la lumière avec les PMTs;
- reconstruction des traces (timing vs hodoscope).



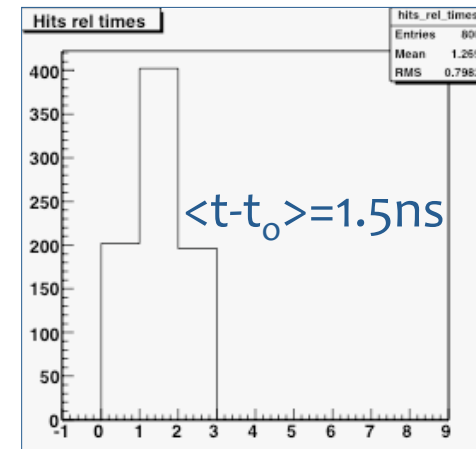
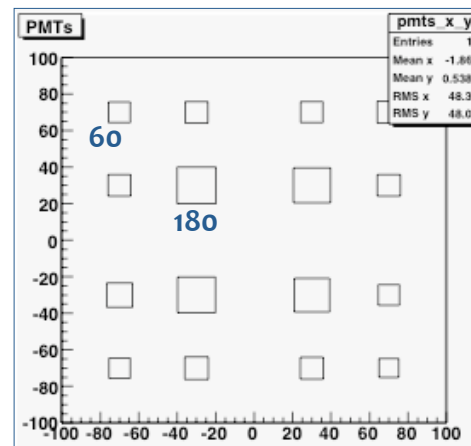
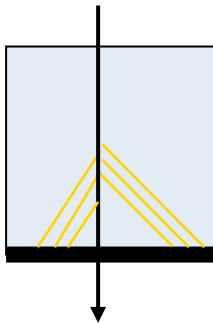
MEMPHYNO

CUVE D'EAU Geant4

Electron 5 MeV:



Muon 5 GeV:

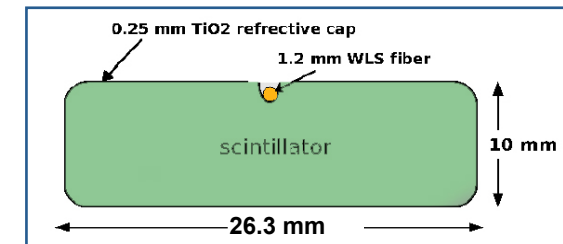
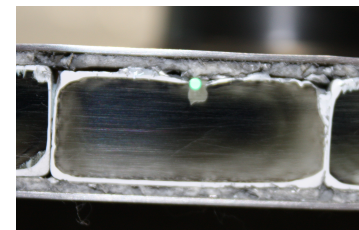
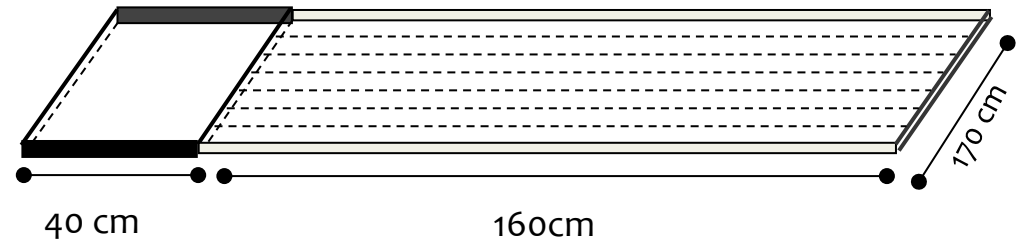
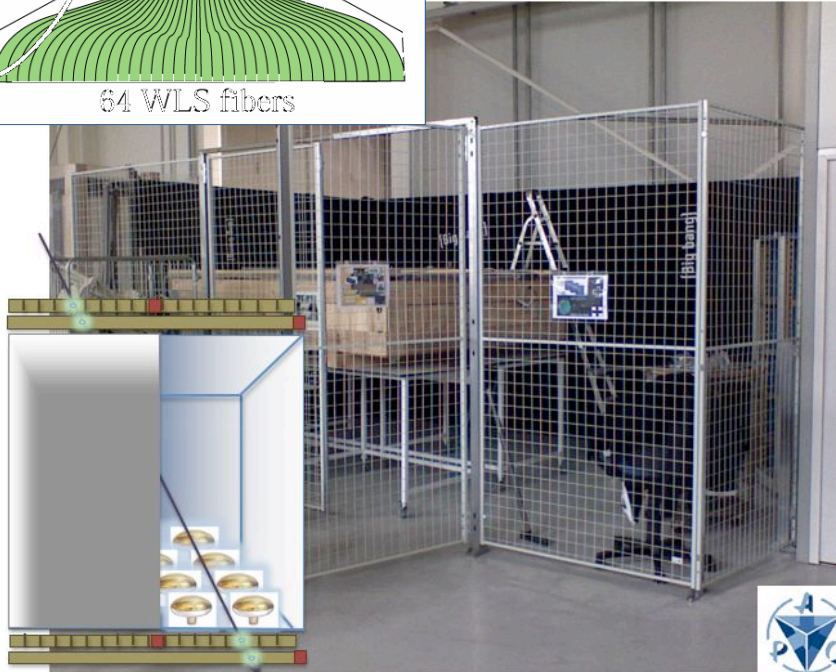
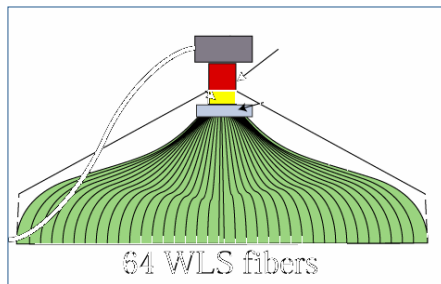


MEMPHYNO

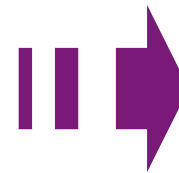
HODOSCOPE



Marcos Dracos (Strasbourg) nous a donné des plaques de scintillateur (OPERA) pour Memphyno:



On a récupéré les plaques et on a commencé l'installation dans la Hall de montage de l'APC.



On a déjà testé et mesuré la réponse d'une latte de scintillateur qui compose les plaques.

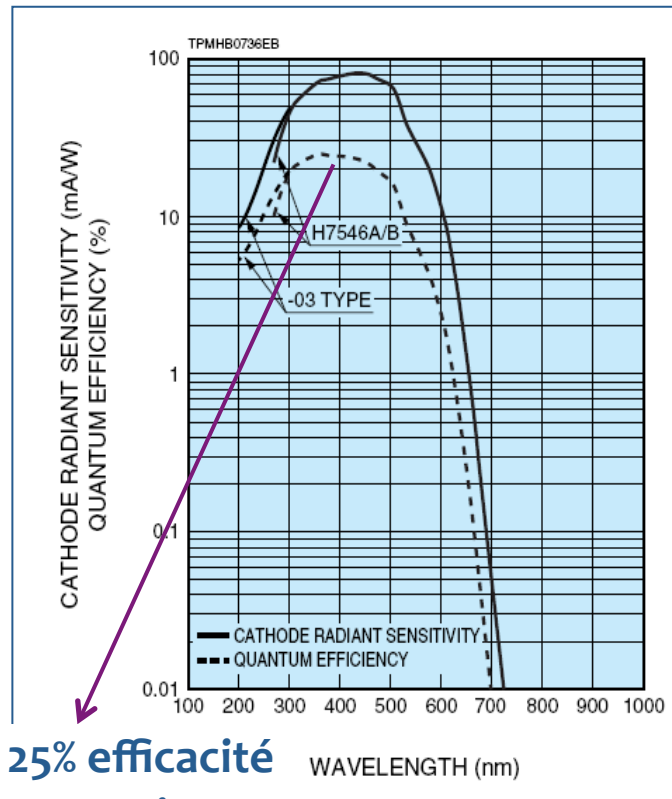
MEMPHYNO

HODOSCOPE

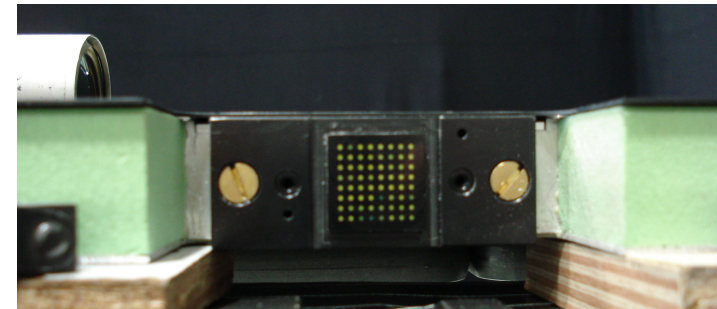


PMTs multi anode 64 canaux :

- Hamamatsu H75460



Un canal pour chaque fibre

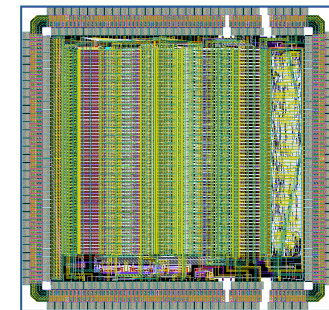


64 x 4 canaux à lire!

- Carte de l'électronique MAROC II

Opera a utilisé des cartes OPERAROC (32 canaux):
MAROC II est l'évolution
à 64 canaux.

(C. de la Taille – LAL Orsay)

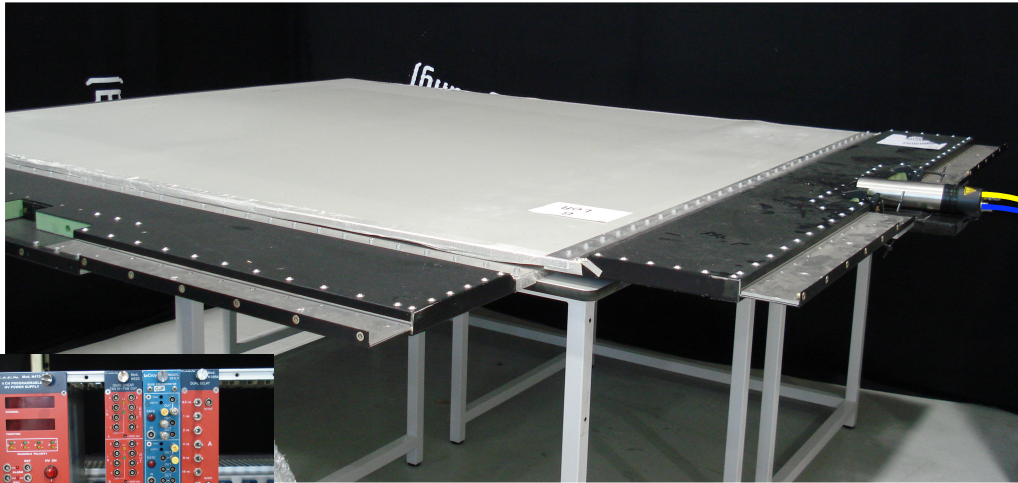


MEMPHYNO

HODOSCOPE



Résolution x – y sur la trace de muons avec l'hodoscope



$\sim 340 \mu s^{-1}$ sur chaque plaque



Coïncidence à deux au dessus +
coïncidence à deux en dessous.



NATIONAL INSTRUMENTS

LabVIEW™

CONCLUSION

MEMPHYNO

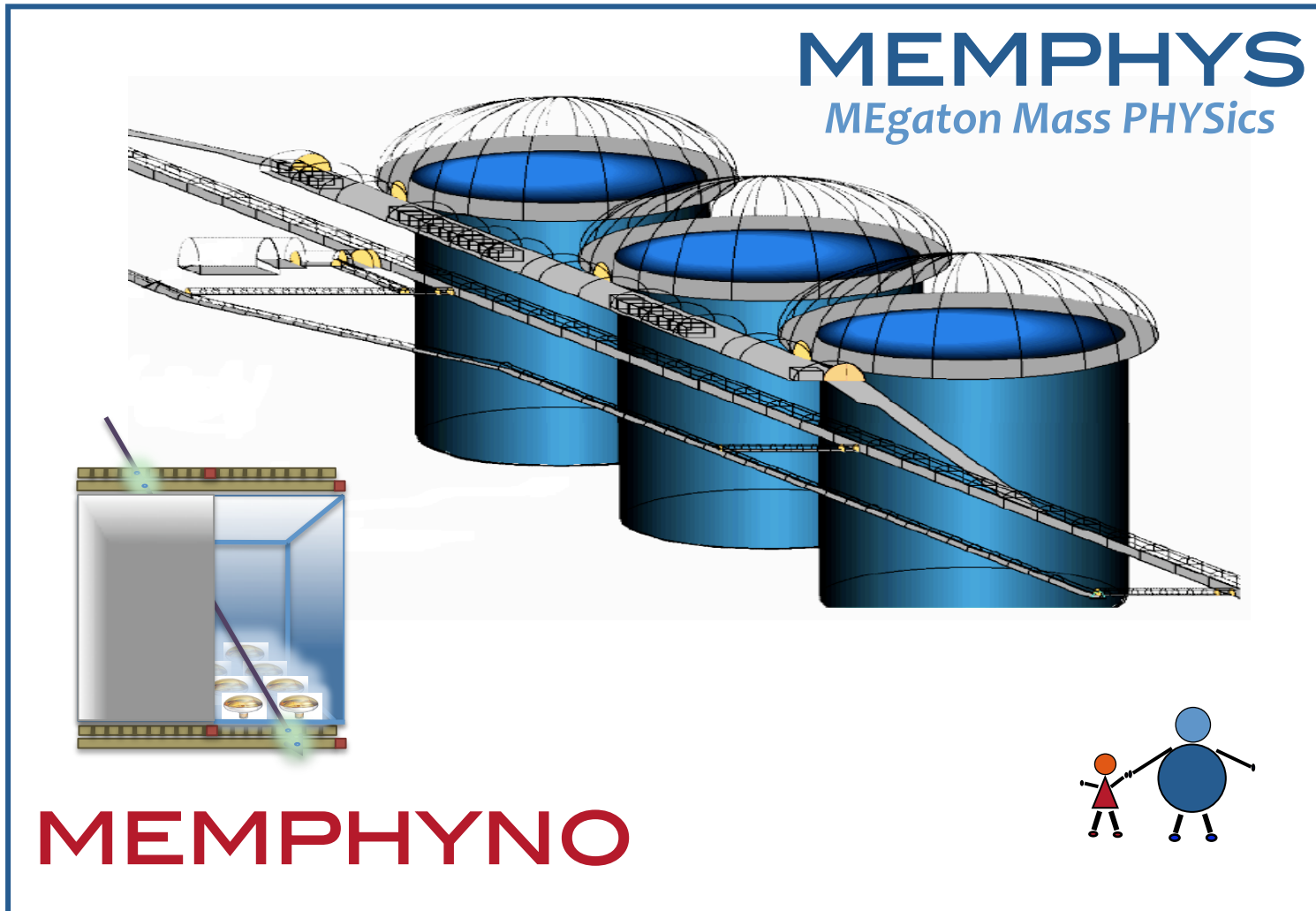
- L'hodoscope et en phase de réalisation;
- La cuve a été achetée.. En livraison.. ;
- Travail sur le système de l'acquisition;
- Les pmts de PMm2 arriveront mais entre temps on va commencer avec des pmts de Borexino (qui seront les pmts du veto des muons);
- Les simulations nous adiront a faire la reconstruction des événements;
- ...



**CETTE COLLABORATION EUROPÉENNE
VIENT DE NAÎTRE.. EST OUVERTE A TOUS
CEUX QUI SONT INTÉRESSÉS !!!**

..SI QUELQU'UN VEUT BIEN M'AIDER :)

GRAZIE



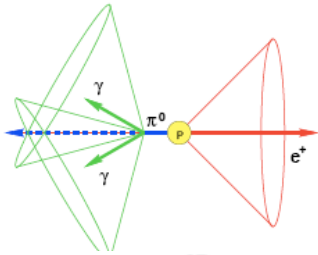
M.M. – Memphys et Memphyno – Water Čerenkov en Europe

APPENDICI

MEMPHYS

Désintégration du proton

"golden" channel"

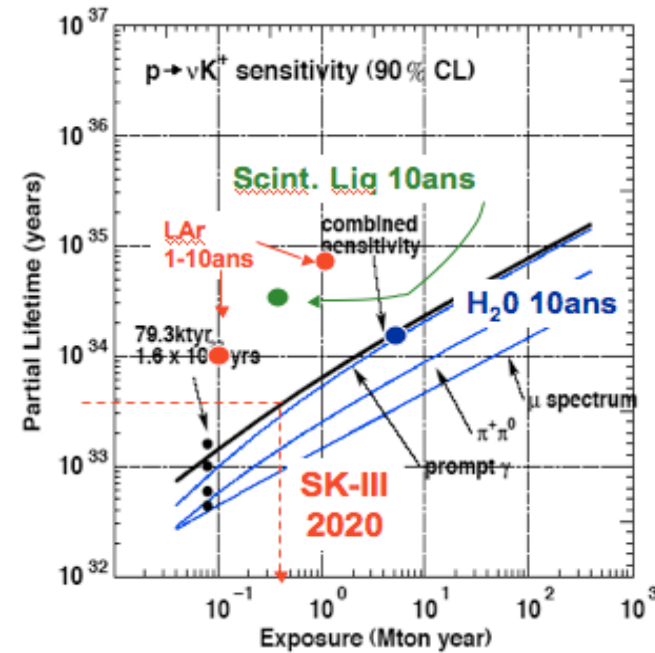
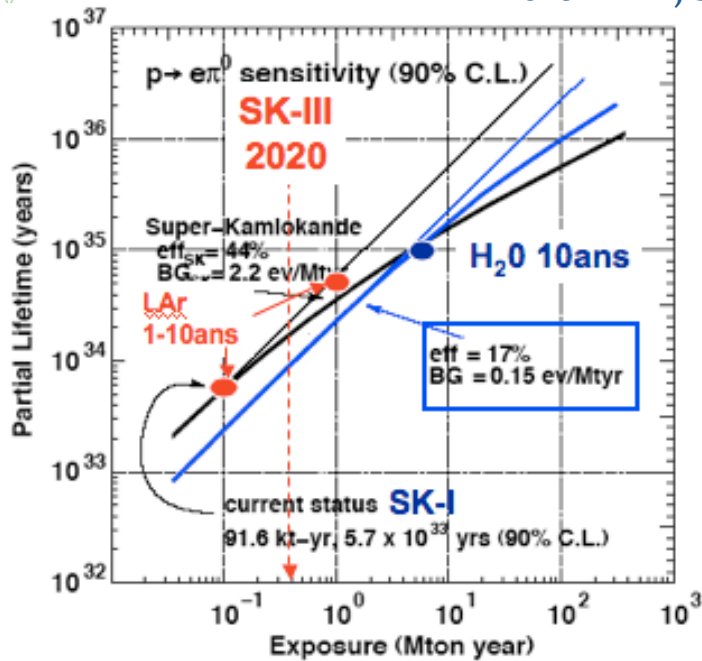


H₂O better than LAr, Sci



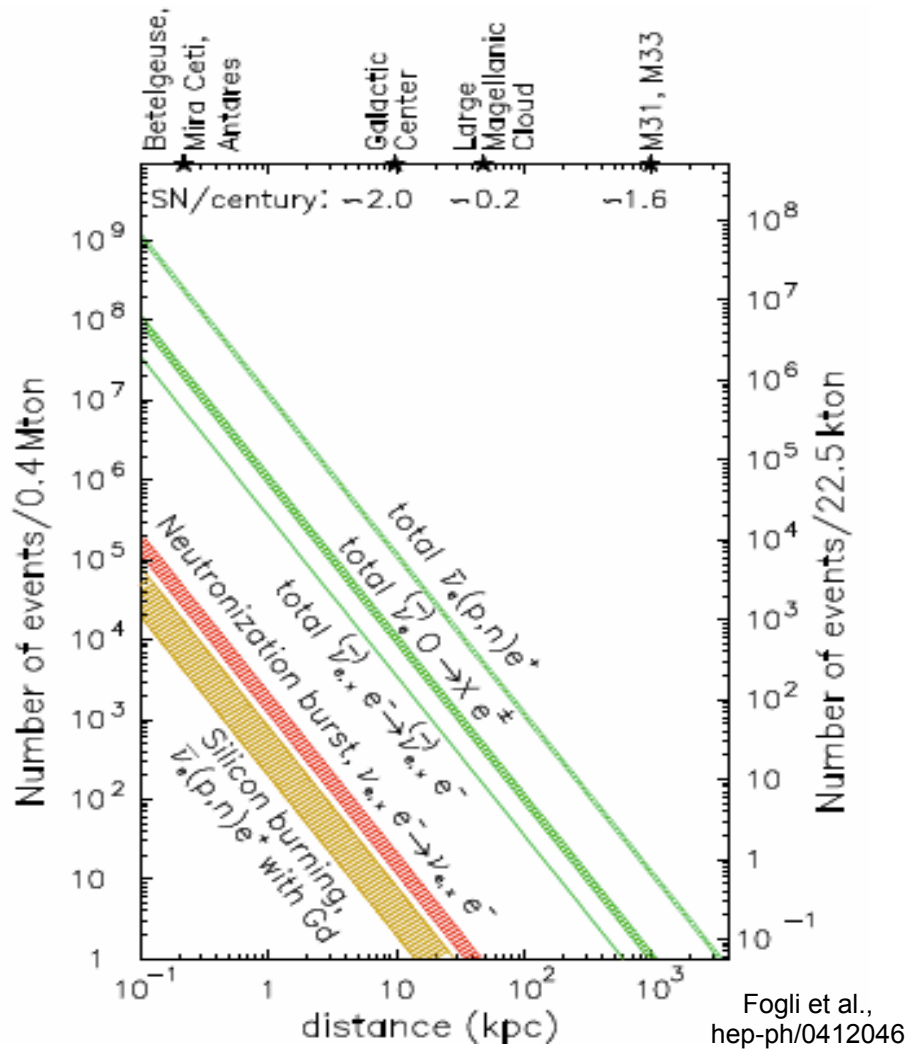
H₂O not as good as LAr, Sci

K below Ch. Threshold : infer from decays



A. Tonazzo (NNNo8, Paris)

Neutrinos de collapse de SuperNovæ:



- SN Galactique

-- > Plus de statistique:

-- > Analyse spectrale:

- En temps
- En énergie
- En composition de saveur

-- > Access au:

- Mécanisme d'explosion de SN: ondes de schock, neutronisation burst
- Paramètres de production des neutrinos: rate, spectrum...
- Propriétés des neutrinos

Possibilité de utilise les neutrinos des SN comme trigger rapide (coïncidence des événements).
SN jusqu'a ~5 Mpc.

Ando et al., astro-ph/0503321

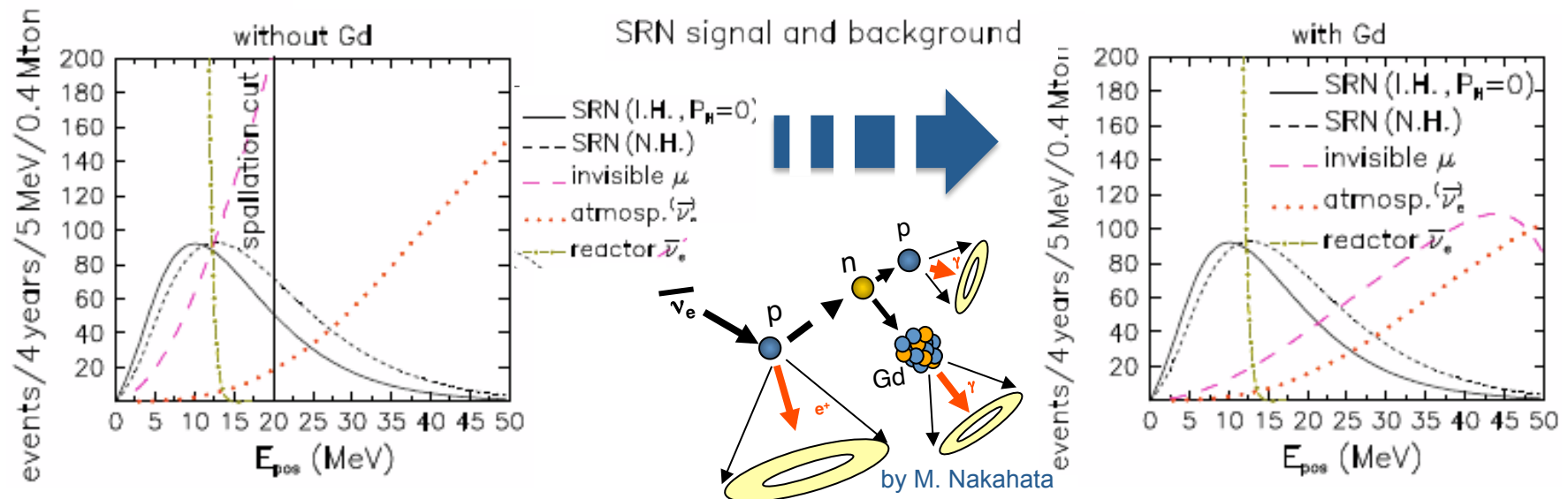
A. Tonazzo (NNNo8, Paris)

MEMPHYS Neutrinos diffus de SN:

Signal très petit sur a **bkg** très haut:

- Désintégration de e a partir de “ μ invisible”
- ν_e atmosphérique
- Réacteur ($E \leq 10$ MeV)

Peut être réduit avec Gd (les non- $\bar{\nu}_e$ sont rejeté)



MEMPHYS PEUT LES VOIR EN QUELQUES ANNÉES

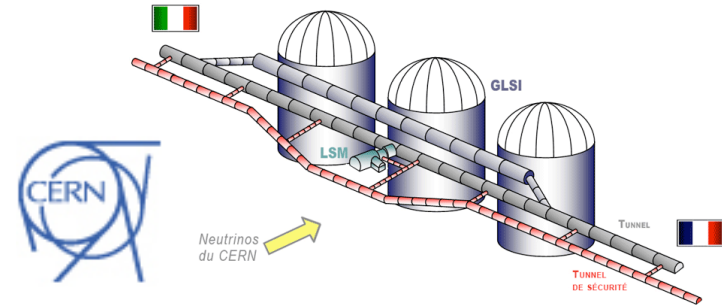
MEMPHYS

- Bonne sensibilité pour la mesure de θ_{13} et δ_{CP} avec Super-beam ($\nu_{\mu} \rightarrow \nu_e$) et β -beam ($\nu_e \rightarrow \nu_{\mu}$).

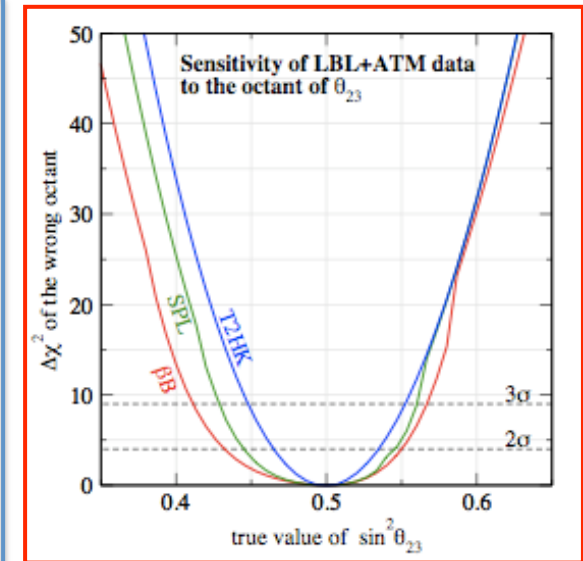
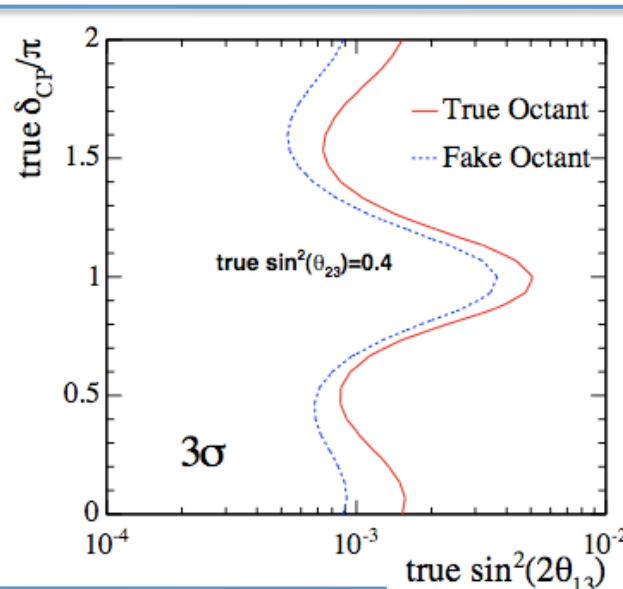
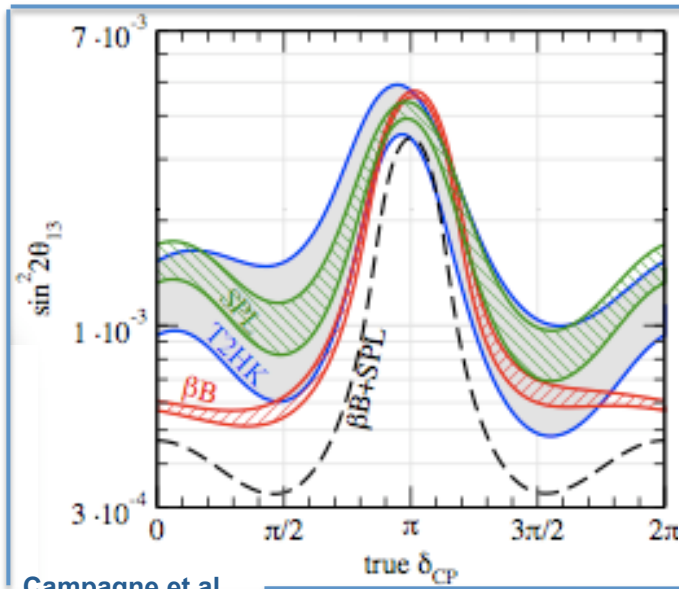
Zucchelli,
Phys.Lett. B 532 (2002)

Possible combinaison
des deux faisceaux.

Paramètres des oscillations des ν :



En plus la combinaison avec les ν atm. permettrait de mesure $\text{sign}(\Delta m_{23})$ et de l'octant de θ_{23} .



Campagne et al.,
hep-ph/0603172