

# R&D MIMAC

## Détection directionnelle de Matière Sombre & Métrologie neutrons

Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie Grenoble –  
Université Joseph Fourier - CNRS/IN2P3

J. Lamblin, F. Mayet , D. Santos, J. Billard (Ph.D ) (2012), Q. Riffard (Ph.D)

Détecteur : O. Guillaudin, A. Pellisier

Electronique : G. Bosson, O. Bourrion, J-P. Richer,

Mécanique : Ch. Fourel, S. Roudier, M. Marton

Source d'ions : J-F. Muraz, J. Médard (CDD-1year)

CCPM (Marseille): J. Busto, Ch. Tao, D. Fouchez, J. Brunner (Radon)

AMANDE : IRSN (Cadarache):

L. Lebreton, D. Maire (Ph. D.)

CEA-Saclay (IRFU)

I. Giomataris

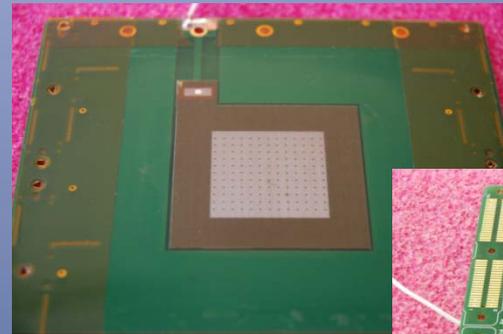


- Développement Micromegas
- Calibration détecteur : Quenching
- Développement électronique : ASIC 64 voies
- Résultats
- Perspectives

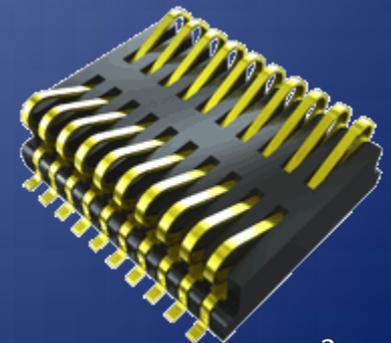
# Bulk Micromegas

- Micromegas basse pression → gap (128-192-256  $\mu\text{m}$ )

- Mesh Inox (robustesse)
- 325 line/inch = 78  $\mu\text{m}$  pitch
- Diamètre des fils  $\sim 25 - 18 - 16 \mu\text{m}$
- Amplification = 128 - 192 - 256  $\mu\text{m}$
- 100mm x 100mm
- Pas des plots 2 mm
- Gaz (He, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, CF<sub>4</sub>, ....)

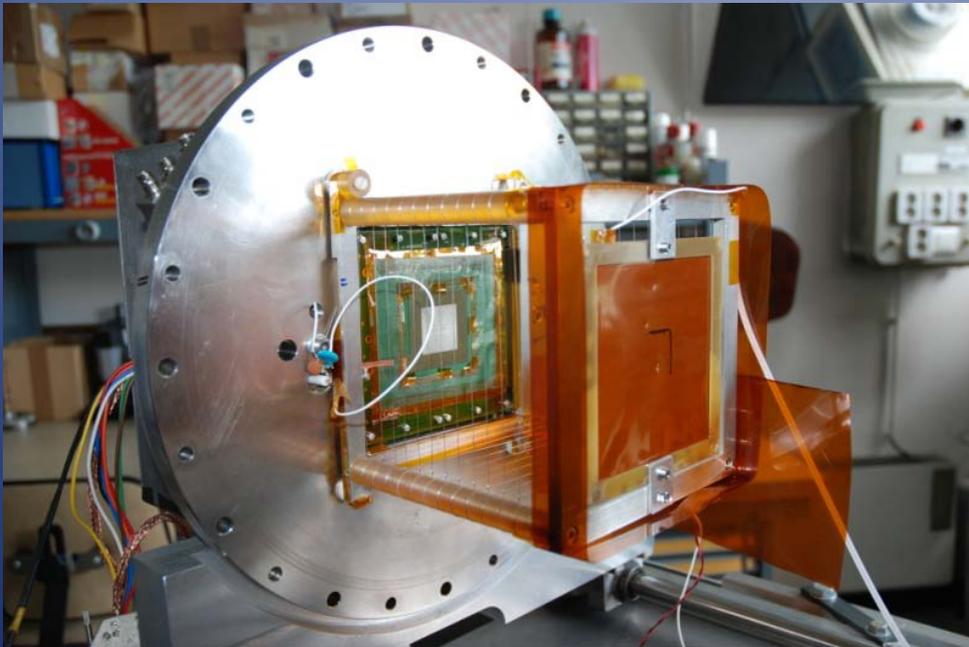


- Pixellisation (96 voies)
- Connectique à ressorts (FSI Samtec)



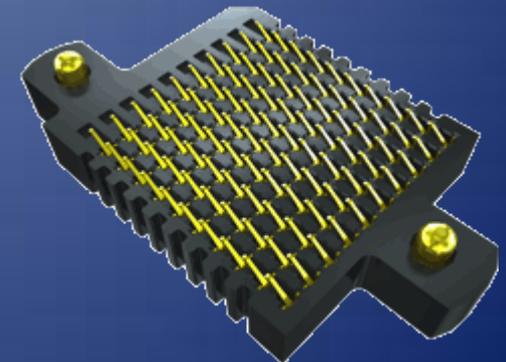
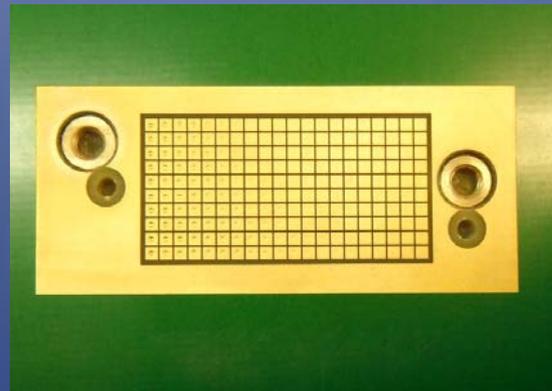
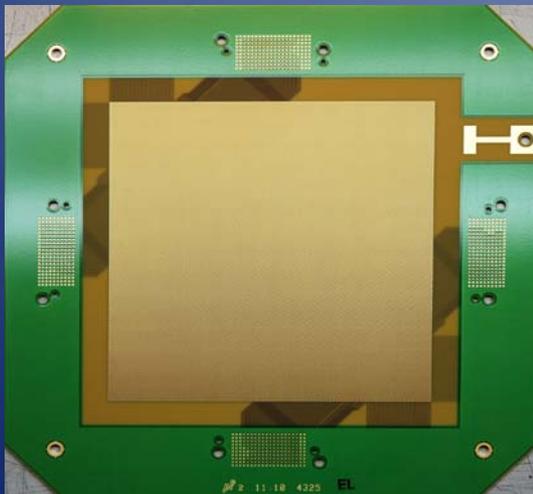
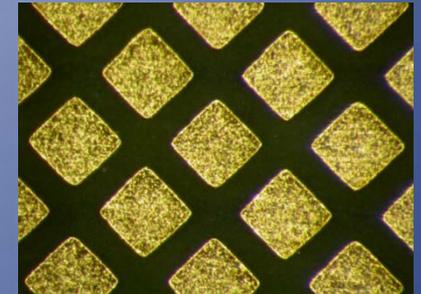
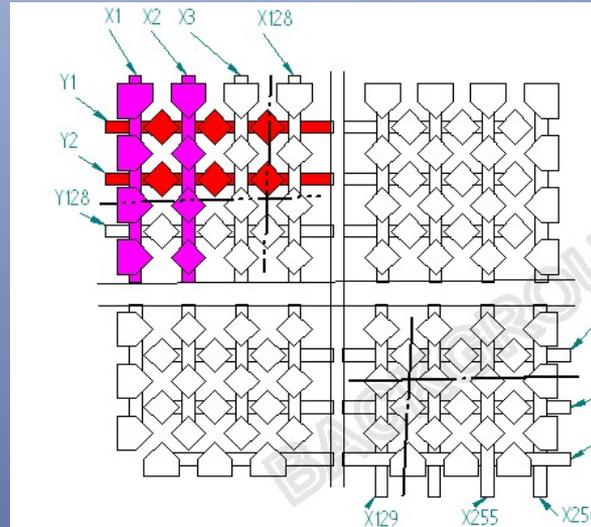
# Prototype 96 voies

- PCB étanche (1.6 mm)
- Connecteur à ressorts (FSI)
- Flexibles → Bruit électronique



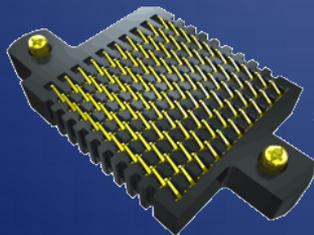
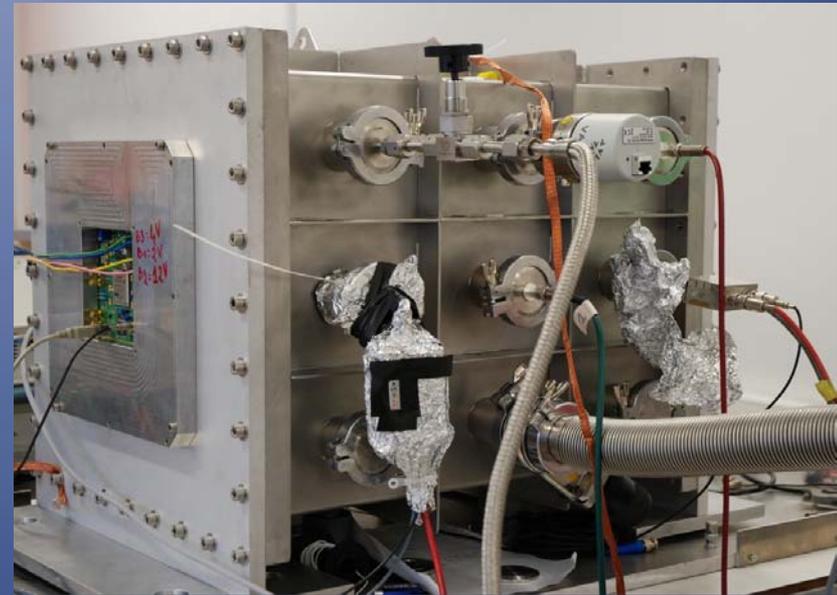
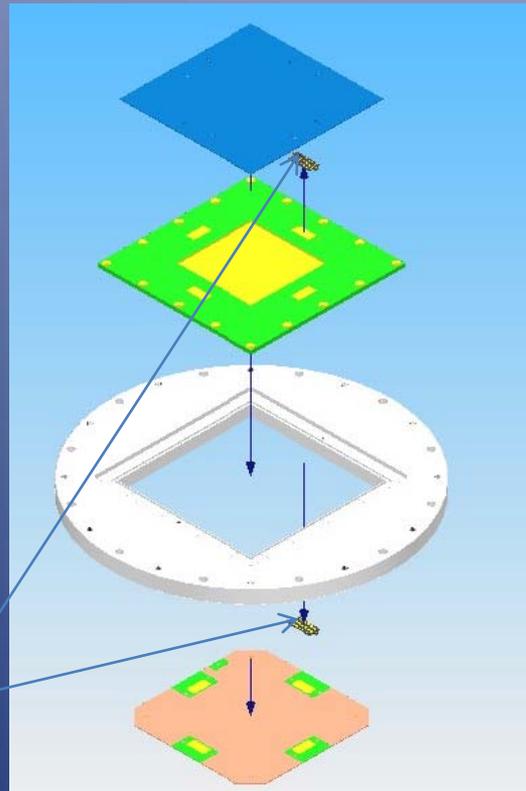
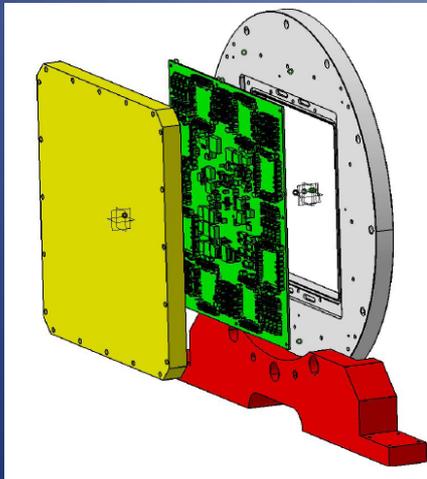
# Micromegas 100x100 mm

- Pixel : 200x200  $\mu\text{m}$
- Pitch : 425  $\mu\text{m}$
- 2 x 256 voies
- 65 536 vias  $\rightarrow$  coût !!!
- « Copper Filling »  $\rightarrow$  coût !!!
- Interface :
  - Tenue mécanique au vide
  - Etanchéité



# Détecteur 512 voies

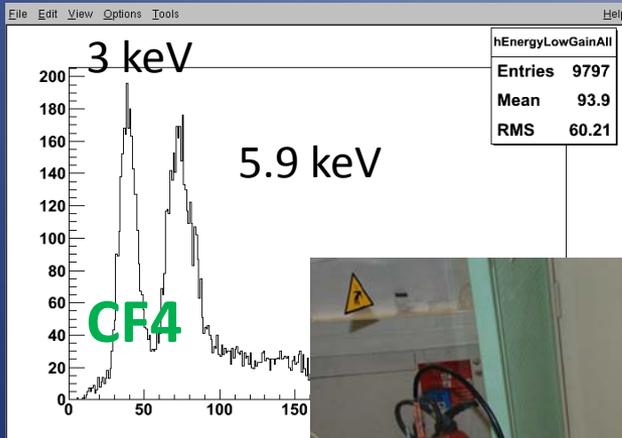
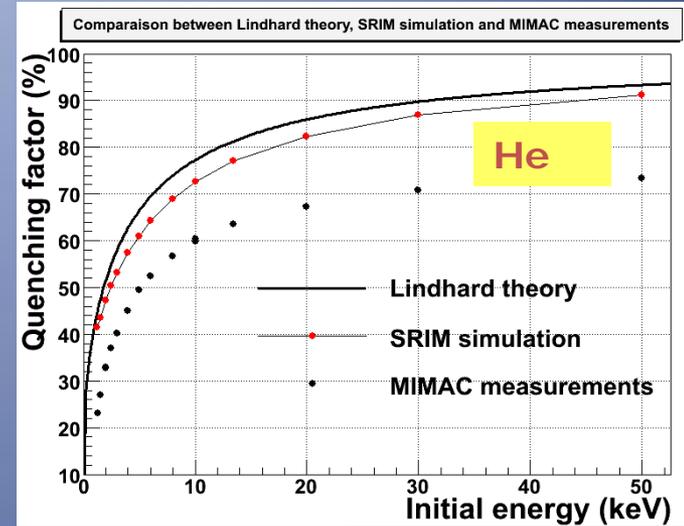
- PCB étanche 5 mm + connecteurs à ressort FSI
- Via étanches rebouchées sur l'interface
- Distance détecteur électronique < 1cm
- Nouvelle connectique SAMTEC : GFZ 200 points



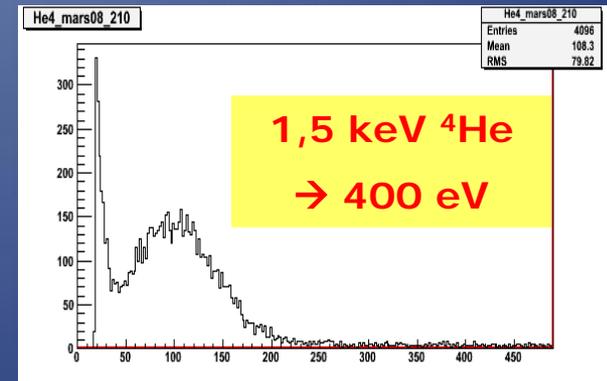
# Calibration en énergie

- Source X (55Fe, 109 Cd, générateur X + cibles)
- Source d'ions : Quenching
  - 1-50 keV,
  - He, F, C, ...
  - Trous de 1  $\mu\text{m}$
  - 1 à 1000 ions/sec

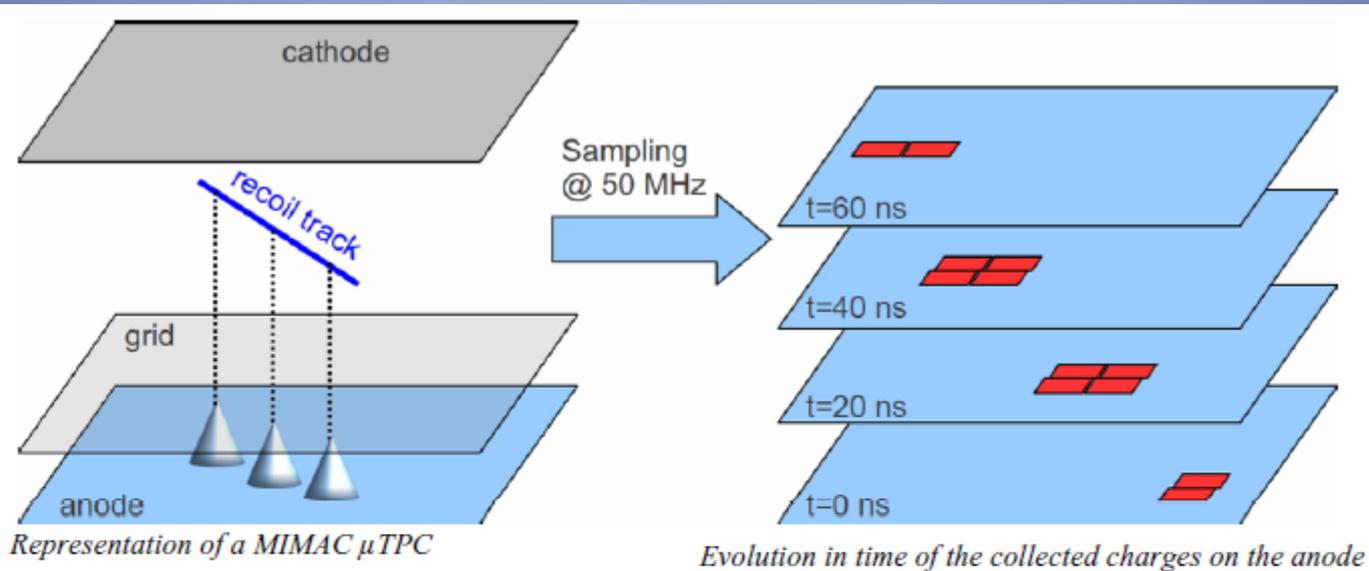
$$Q = \frac{E_{ionization}}{E_{recoil}}$$



Micromégas

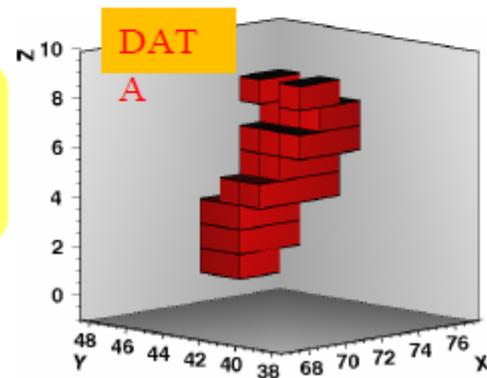


# Reconstruction des traces avec MIMAC

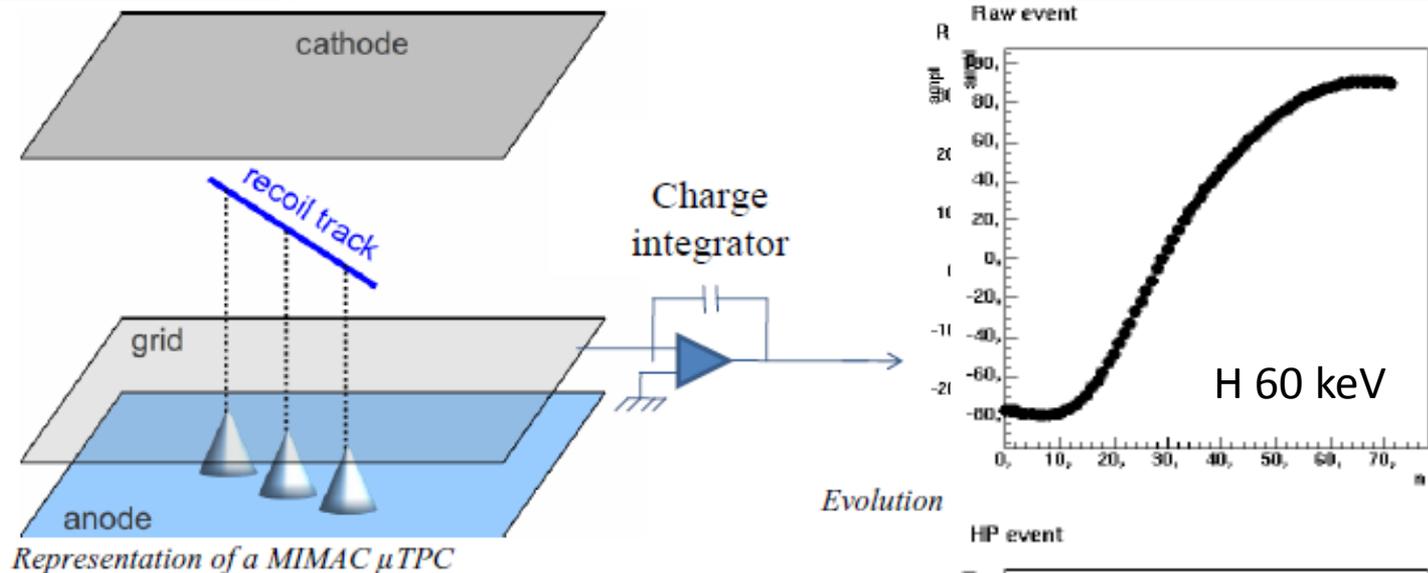


**70 %  $\text{CF}_4$  + 30%  $\text{CHF}_3$**   
**55 mbar,**  
**170 V/cm**

Fluorine candidate  
@ 50 keV ionization



# Mesure de l'énergie avec MIMAC

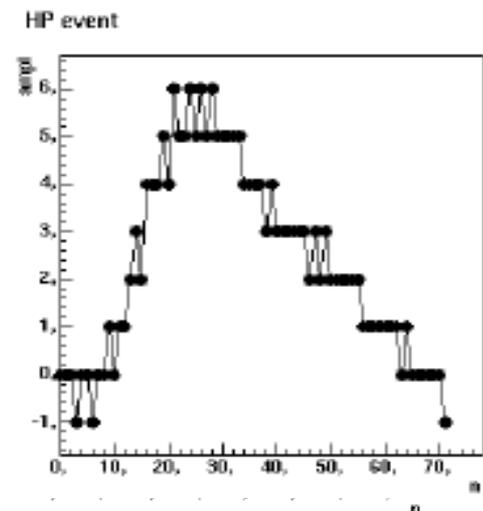


Profile of the collected charges:

$dE/dx$



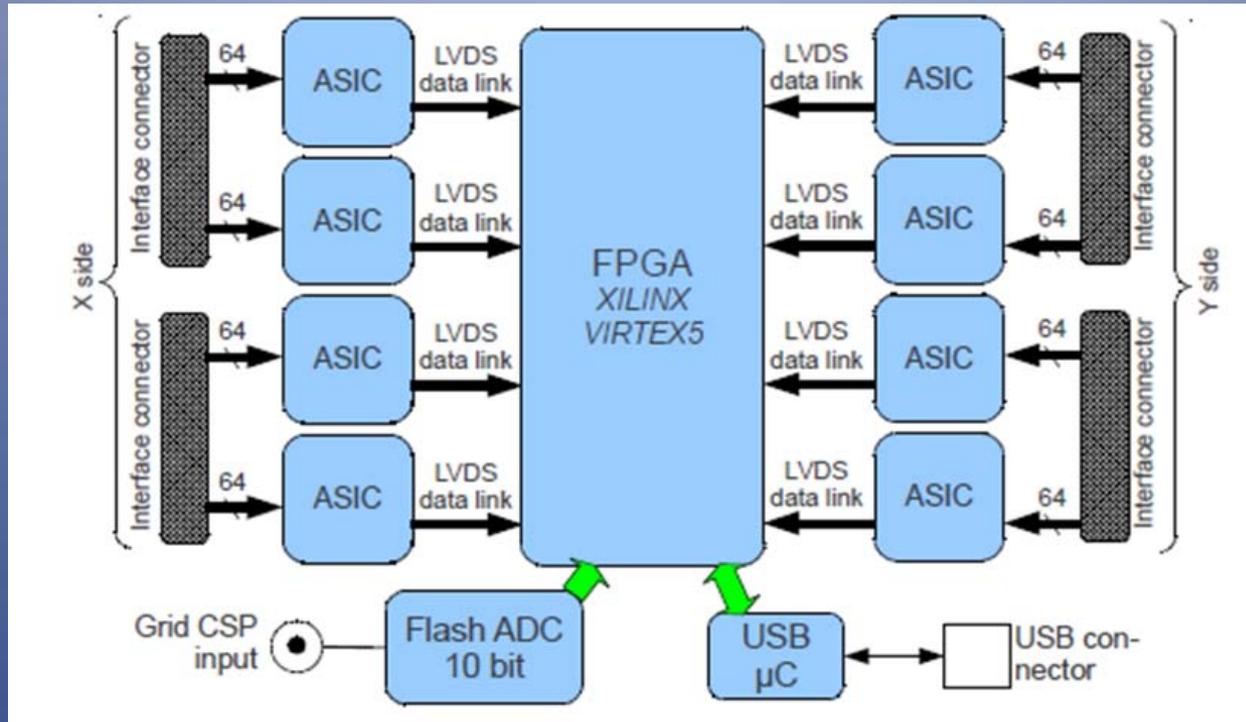
*Need charge integrator characterization (ongoing...)*



# Design de l'ASIC

- Motivations :
  - Equiper 2500 chambres de 1024 voies (512 +512 lignes de pixels)
  - Minimiser le cout, l'encombrement et la puissance
- Spécifications
  - 64 voies par ASIC
  - Compromis entre intégration et complexité / taux de réussite / Package
  - « Time over threshold » (ampli de courant)
  - Comparateur à faible courant (200 nA) défini par le cas le plus défavorable
    - Gain 3000
    - Energie du recul 500 eV
    - Trace parallèle à l'anode
    - Diffusion (16 pixels touchés)
    - Intégration pour limiter l'interconnexion entre cartes.

# Acquisition 512 voies



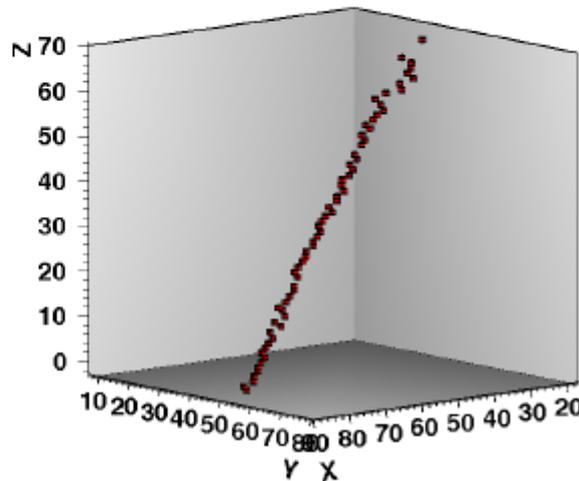
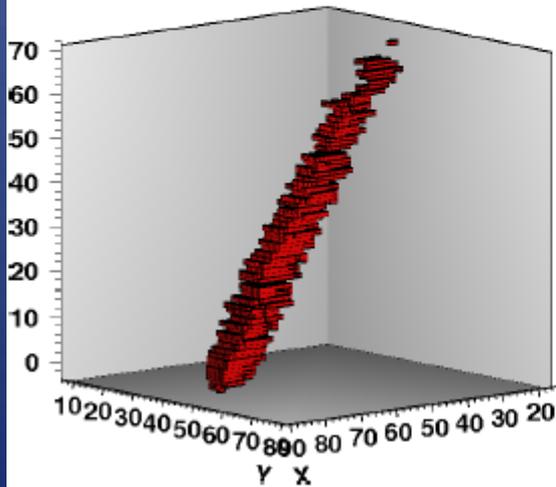
- Electronique auto déclenchée (signal grille)
- Lecture des voies position toutes les 20 ns
- Echantillonnage du signal grille (20ns) → Energie associé à la trace
- Reconstruction de l'évènement (1<sup>er</sup> niveau) dans le FPGA
- Transfert des données et contrôle par USB

# Alpha 5,5 MeV ( $^{222}\text{Rn}$ )

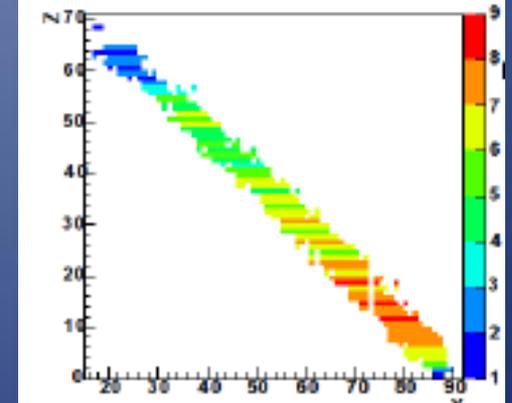
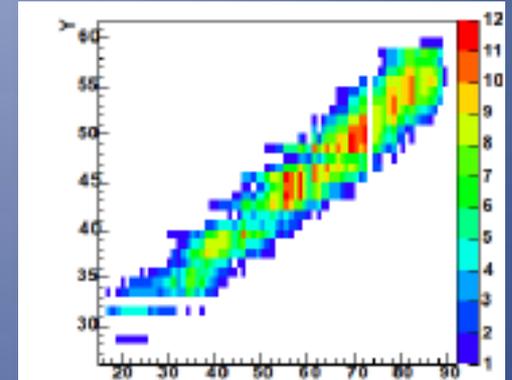
He + 5%  $i\text{C}_4\text{H}_{10}$

350 mbar,

150 V/cm

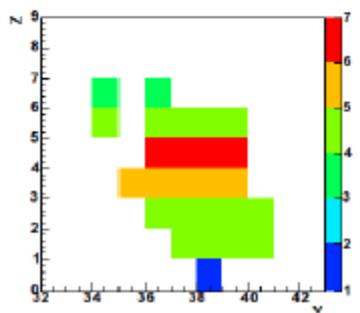
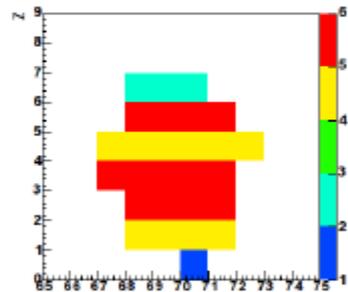
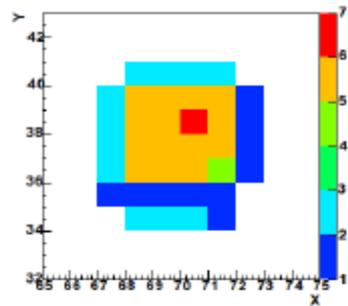


X-Y projection

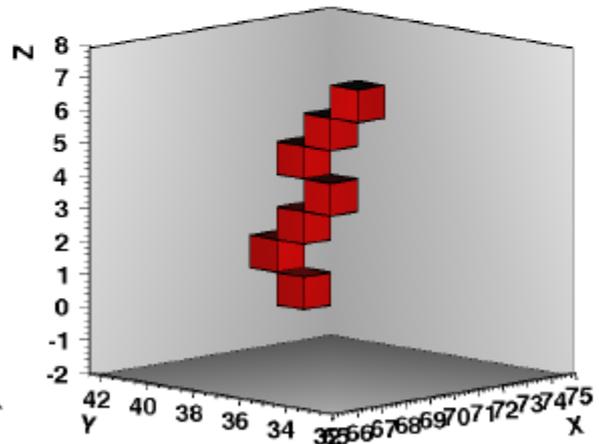
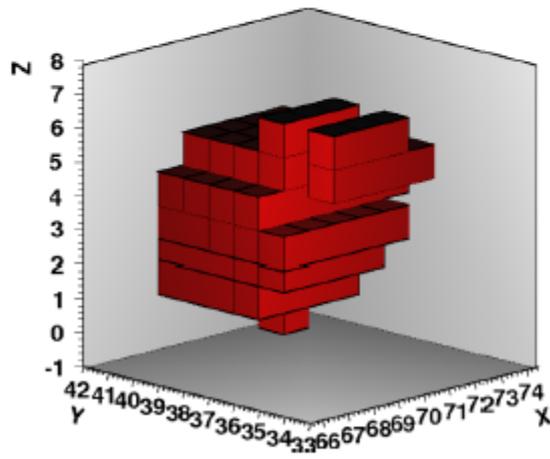


X-Z projection

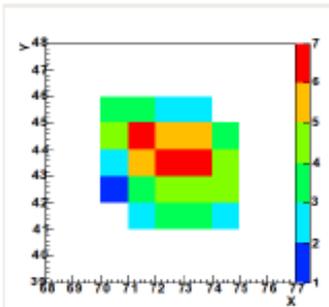
# 3D Track: proton 8 keV in He + 5% iC<sub>4</sub>H<sub>10</sub>



He + 5% iC<sub>4</sub>H<sub>10</sub>  
350 mbar,  
150 V/cm



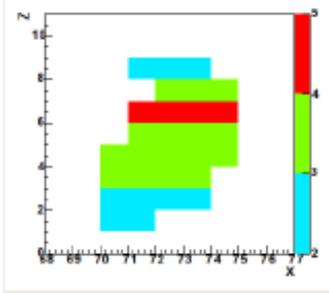
# $^{19}\text{F}$ in 70 % $\text{CF}_4$ + 30% $\text{CHF}_3$ !!!



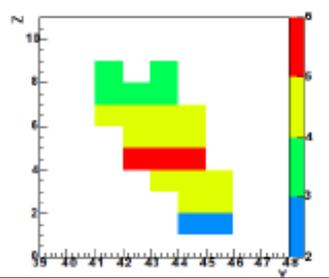
X-Y (anode)

70 %  $\text{CF}_4$  + 30%  $\text{CHF}_3$   
55 mbar,  
170 V/cm

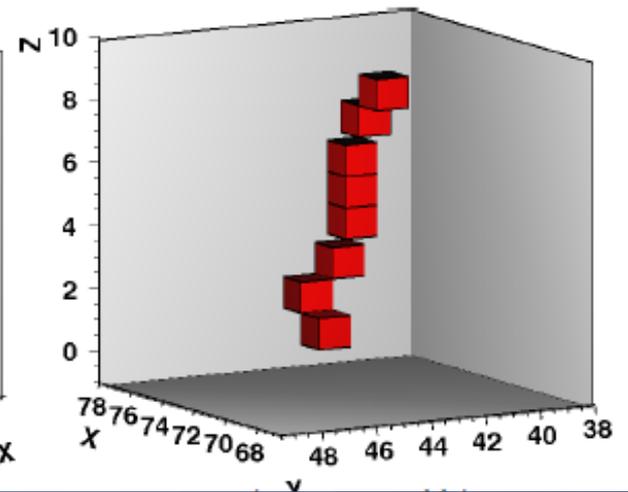
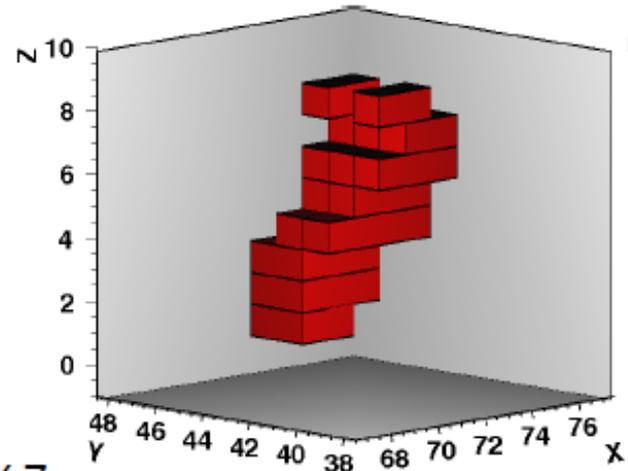
~40 keV (ionization), ~3 mm



X-Z



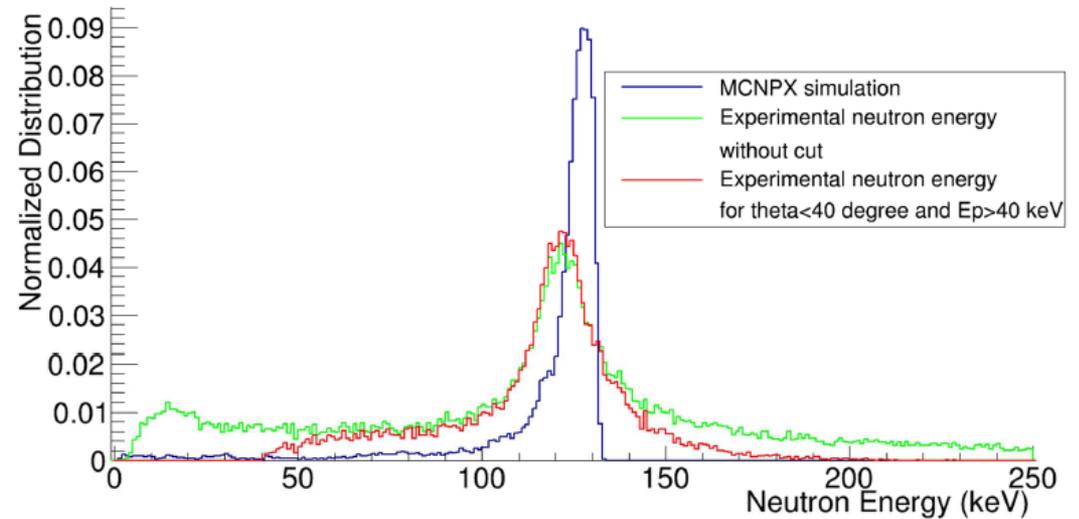
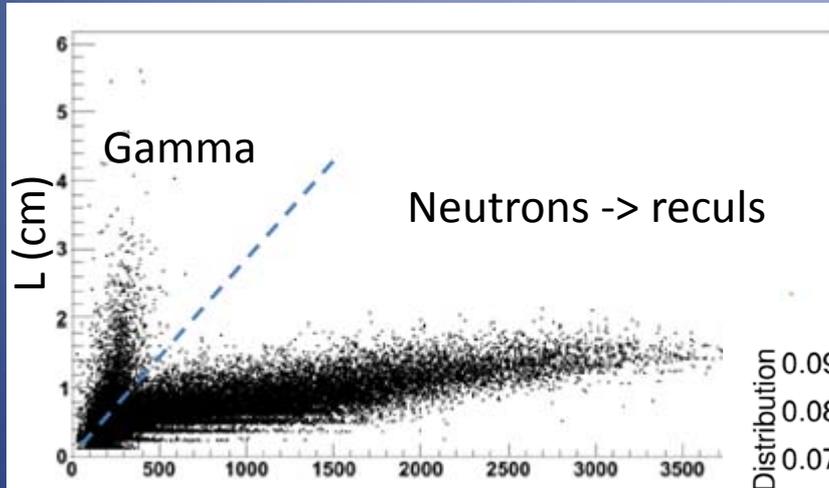
Y-Z



# Métrologie neutrons 127 keV

Amande @ IRSN Cadarache

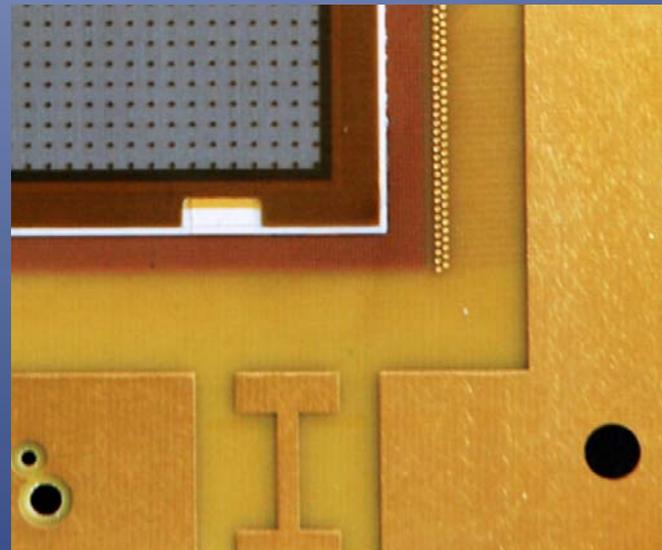
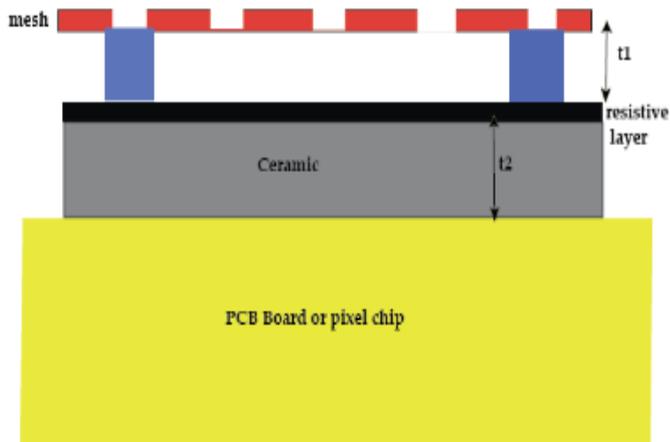
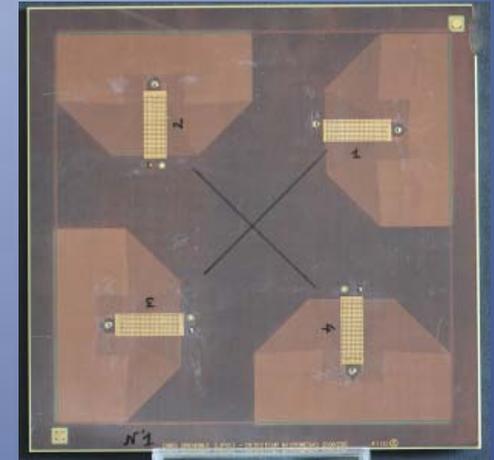
-> Champ neutronique avec une énergie calibrée 8, 127, 144, 564 keV



- Gaz 50 mbar C4H10
- Rejection Gamma
- Mesure de l'énergie des neutrons

# Perspectives / Evolutions

- Micromegas grandes dimensions 200x200 mm (réduction du nombre de voies d'électronique)
- Test structure PiggyBack :
  - réduction couts
  - Protection de l'électronique
  - PCB plus simple (pas de via)
- ASIC V4 (plus rapide, plus simple)



# Conclusion

- Prototype de détecteur directionnel
- Réponse bien caractérisée (Quenching)
- Solutions techniques robustes
  - Bulk,
  - ASIC,
  - circulation gaz (3 mois au LSM en 2012)
- Prototypes
  - PiggyBack Pixellisé
  - Grandes dimensions

