

Développement μ TPC Micromegas pixélisées bas bruit : D2S2 (MIMAC)

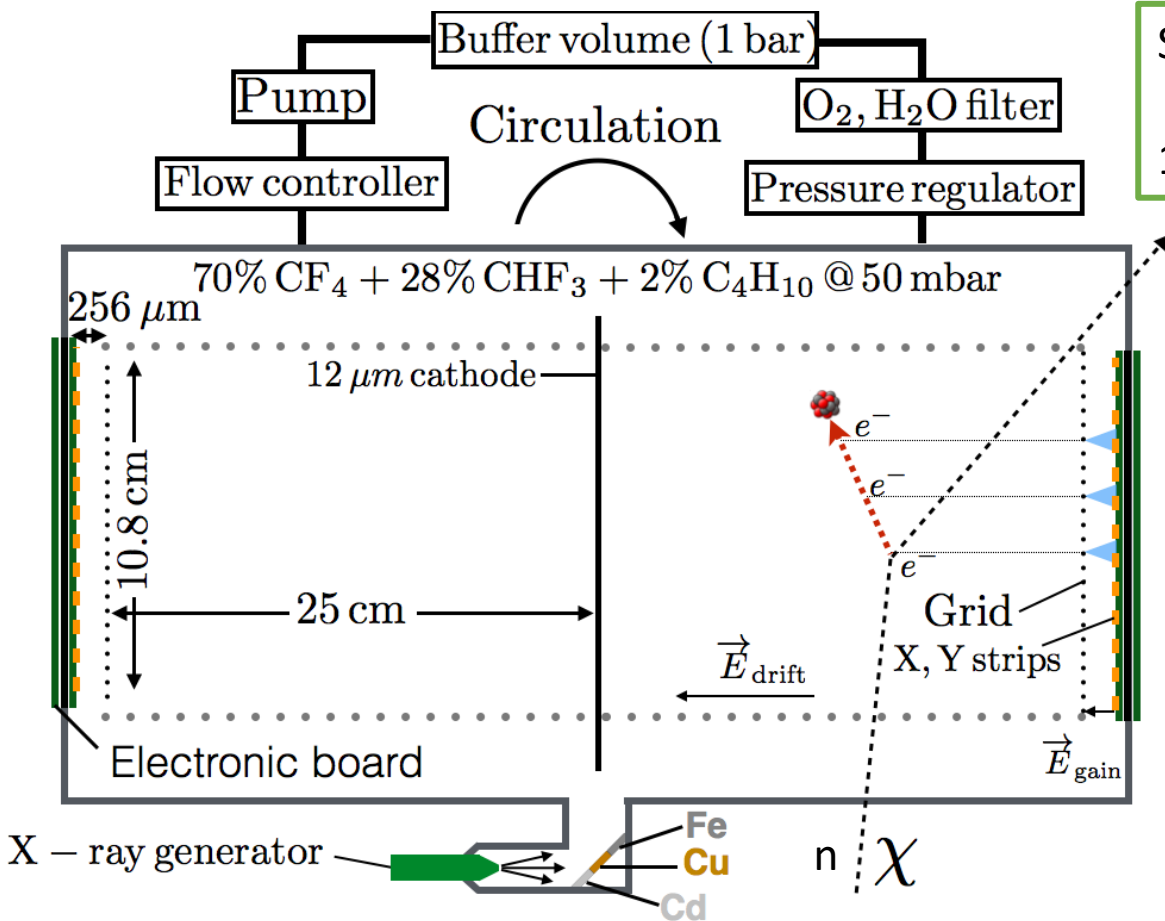
LPSC (Grenoble) : D. Santos,

- SDI : **O. Guillaudin, M. Marton, N. Sauzet**
- Electronique : **(G. Bosson, J. Bouvier), O. Bourrion, E. Lagorio**

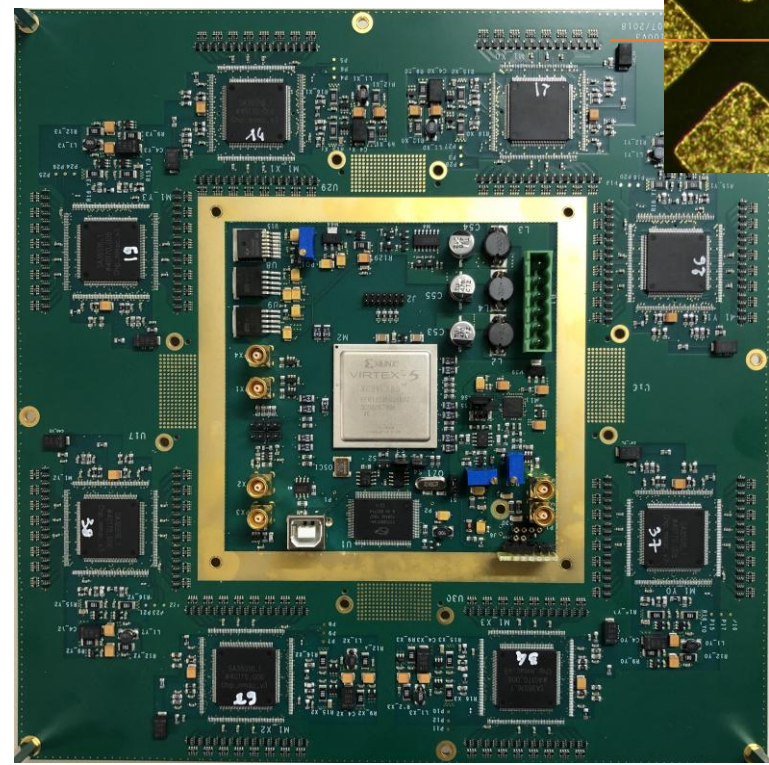
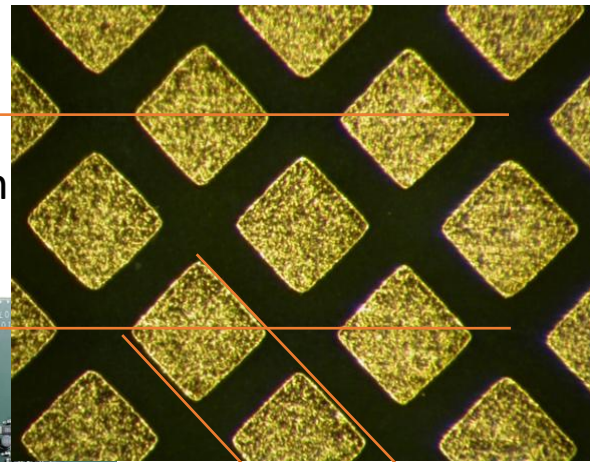
D2S2 : Détection Directionnelle de matière sombre et des neutrons pour la **Science** et la **Société**



R&D : Prototype bi-chambre



Seuil en énergie : < 1keV
 seuil / voie ~ 3000 à
 10000 e- (~fC)



- 512 voies → 65000 pixels
- Lecture pixels : 20 ns (50 MHz)
- Energie : ADC (50 MHz)
- Horloge externe

Gap 256 à 512 μm

Micromegas

3 x 3cm²
64 x 64 voies

10 x 10 cm²
256 x 256 voies
Bulk
65 536 pixels/via

10 x 10 cm²
256 x 256 voies
Piggy Back Bulk

10 x 10 cm²
256 x 256 voies
Piggy Back DLC
Grille Cu

5,4 x 5,4cm²
96x96 voies

200 x 200 cm²
512 x 512 voies
Bulk
262 144 pixels/via

10 x 10 cm²
256 x 256 voies
Piggy Back
Grille Cu

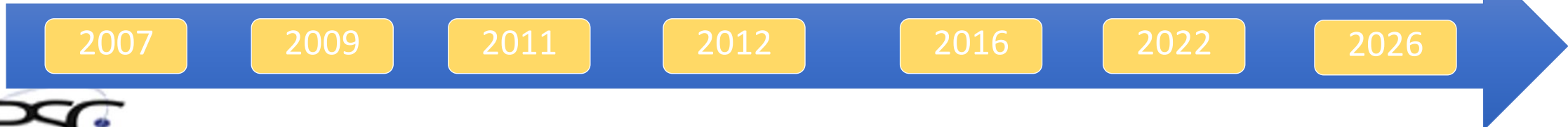
35 x 35 cm²
896 x 896 voies
Piggy Back DLC/Ge
Grille Inox

Matériaux

- PCB ou Kapton
- DLC ou Ge
- Cu ou Inox
- PMMA
- **802 816 pixels**

Matériaux

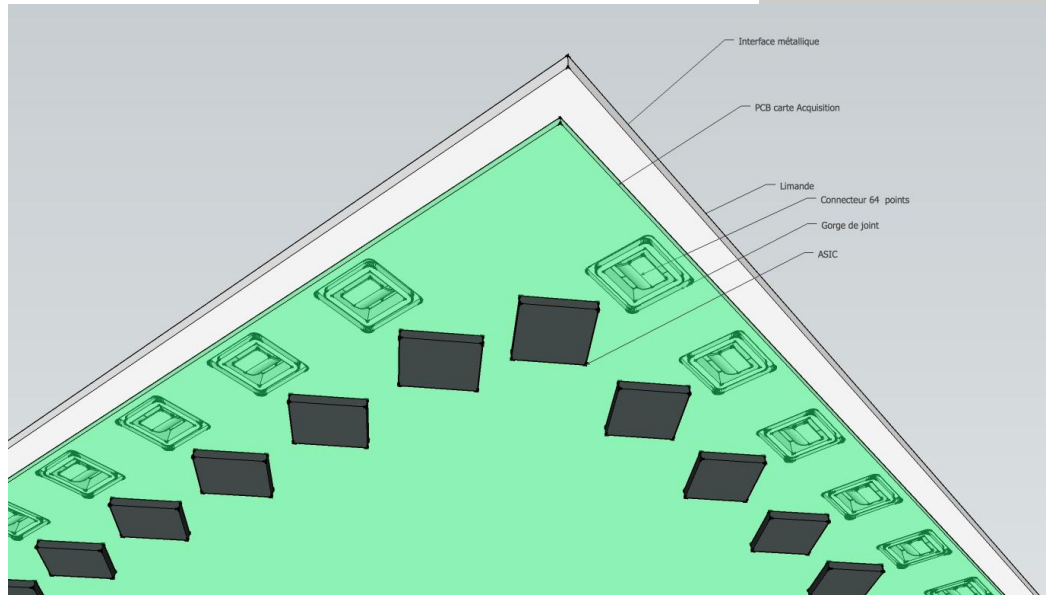
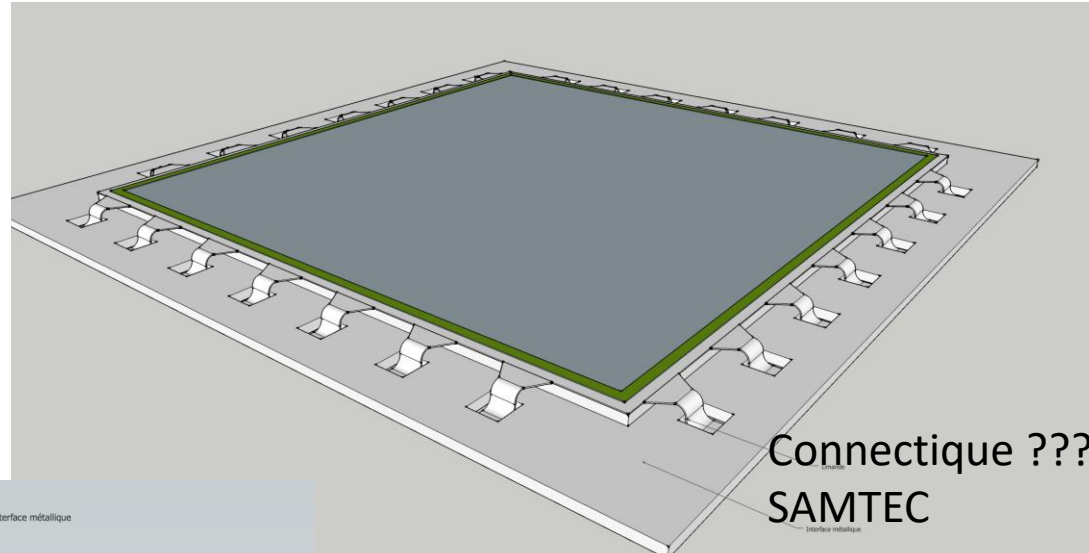
- Kapton / Cu
- DLC
- PMMA



Design détecteur 35x35 cm

Projet :

- **Zone utile 35 x 35 cm**
- Résistif (DLC - Ge)
- Pitch < 400 μm \rightarrow 390 μm
- Nombre de voies 1792 (multiple de 64)
- **~ 802 816 pixels**
- **1,5 voies/cm² (5,1 pour 10x10 cm²)**
- 50-70 pF / piste
- **Passages étanche ?**

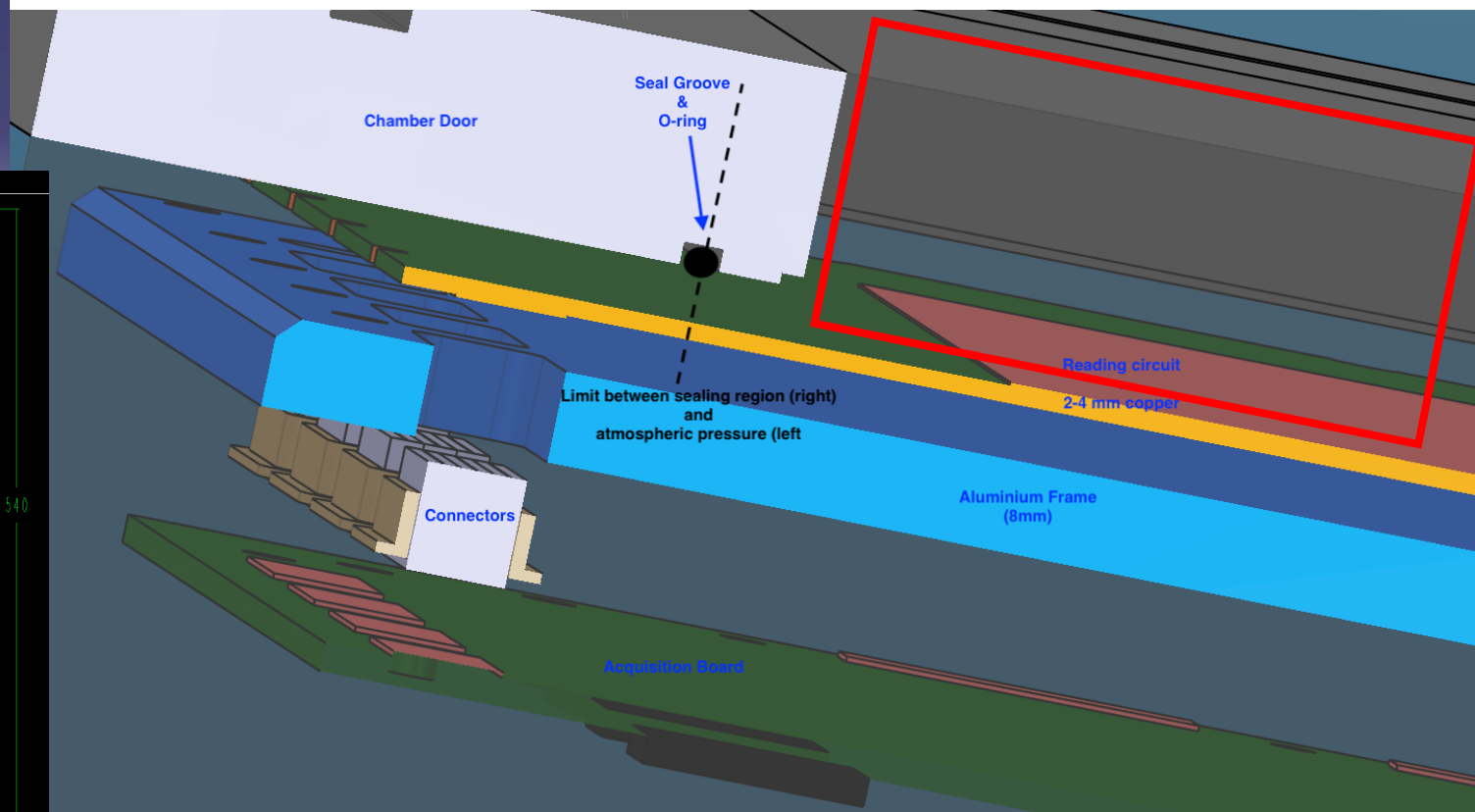
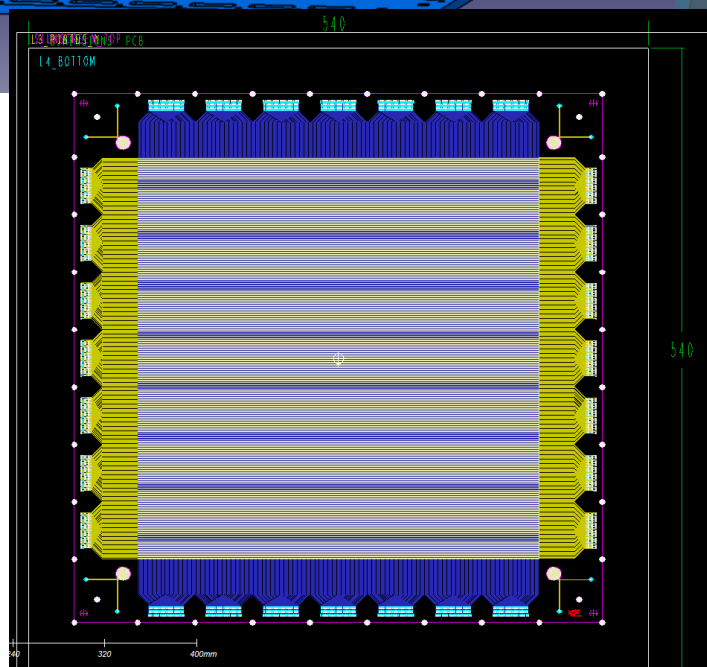
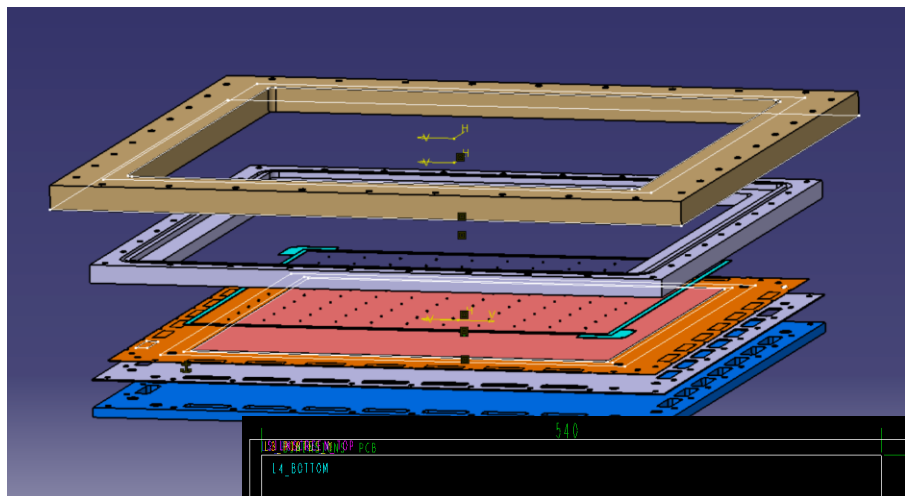


Maquette 3D

Aligner 1792 voies en une fois !!!

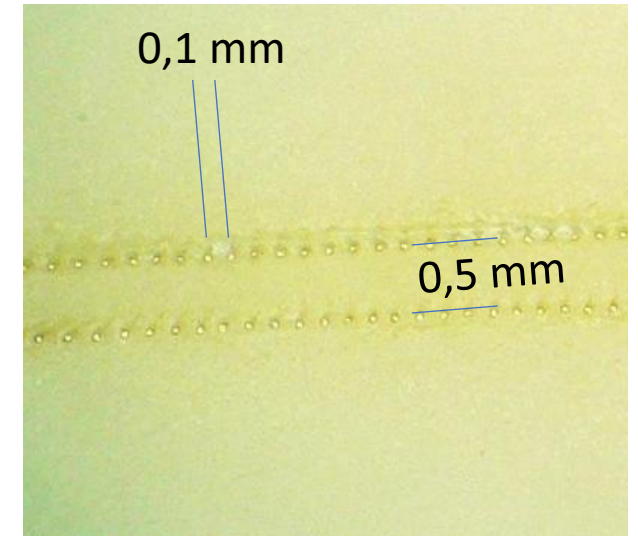
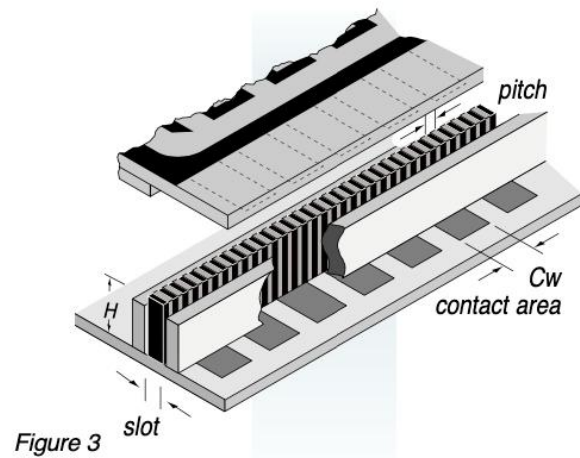
Tenue au vide : 50 mbar

Pas de passages étanches pour 1792 voies



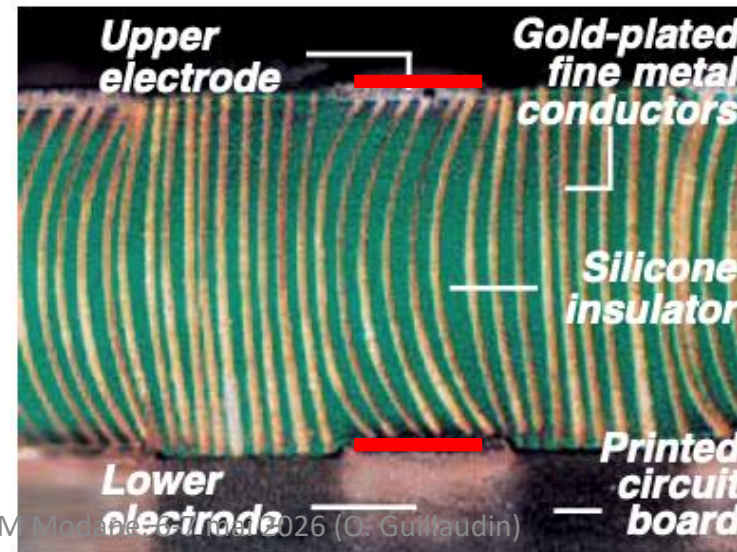
Connecteur ZEBRA[®]

Elastomeric Electronic Connectors (Fujipoly)

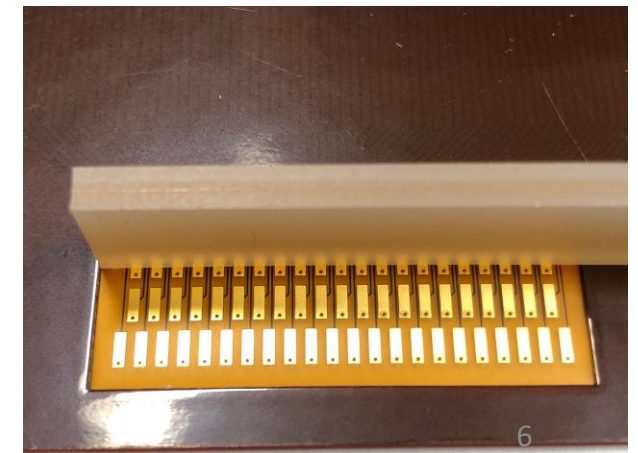


2,5 €/ch pour proto (0,2 €/ch pour une série)
Contact par pression
Force d'arrachement ou pull-out force = 0

Ref : JTA
2 rangées de fils (0,5 mm)
Pitch : 0,1 mm
100 x 3 x 13 mm

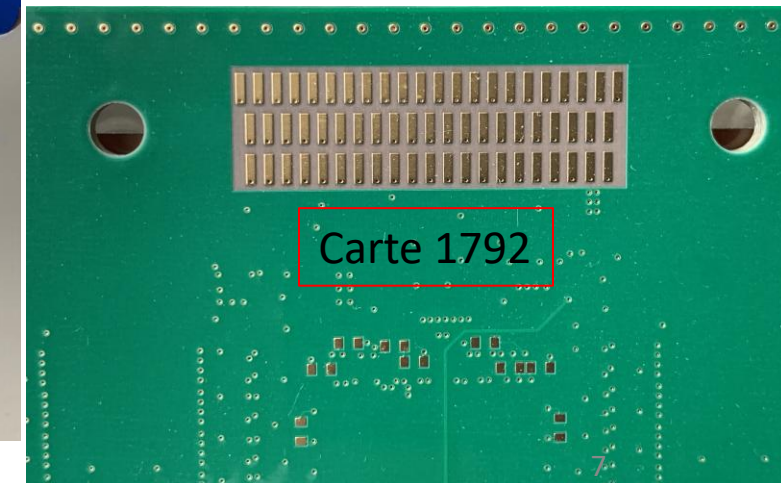
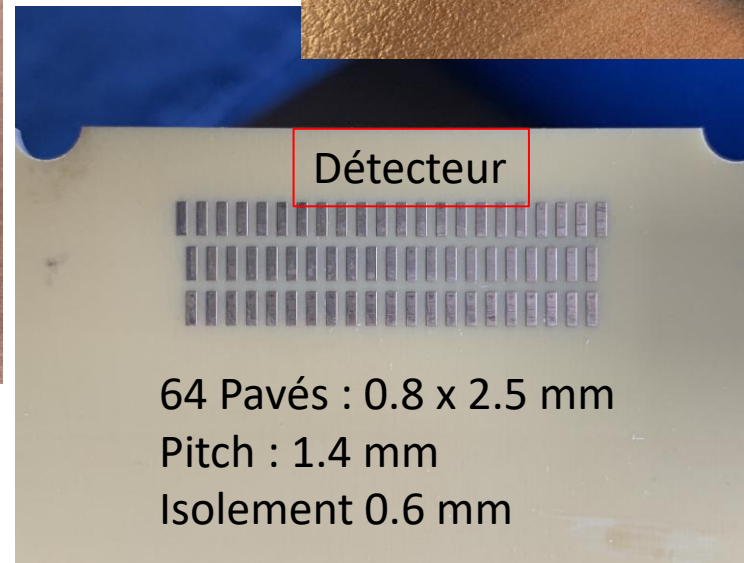
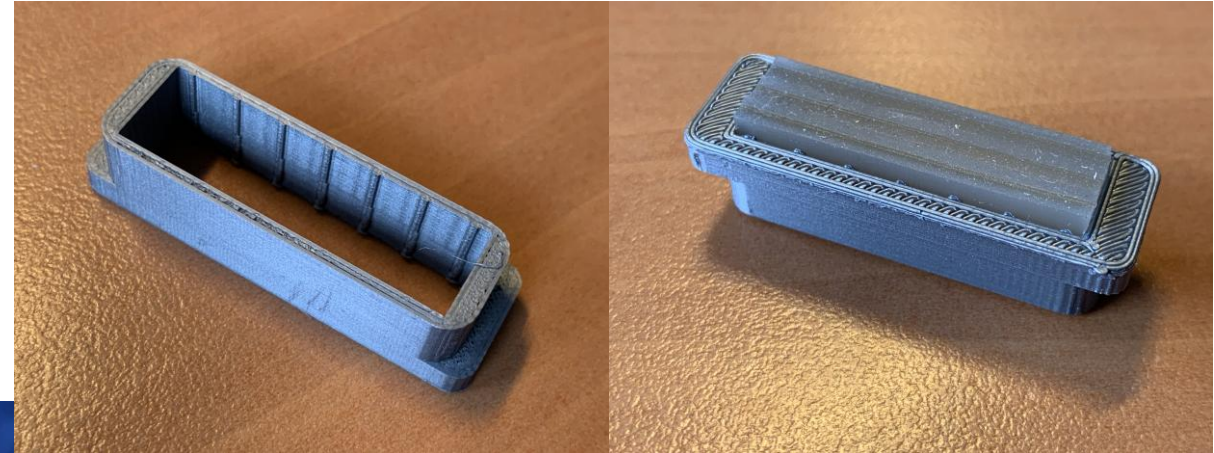


LSM Modane 2016-2026 (O. Guillaudin)

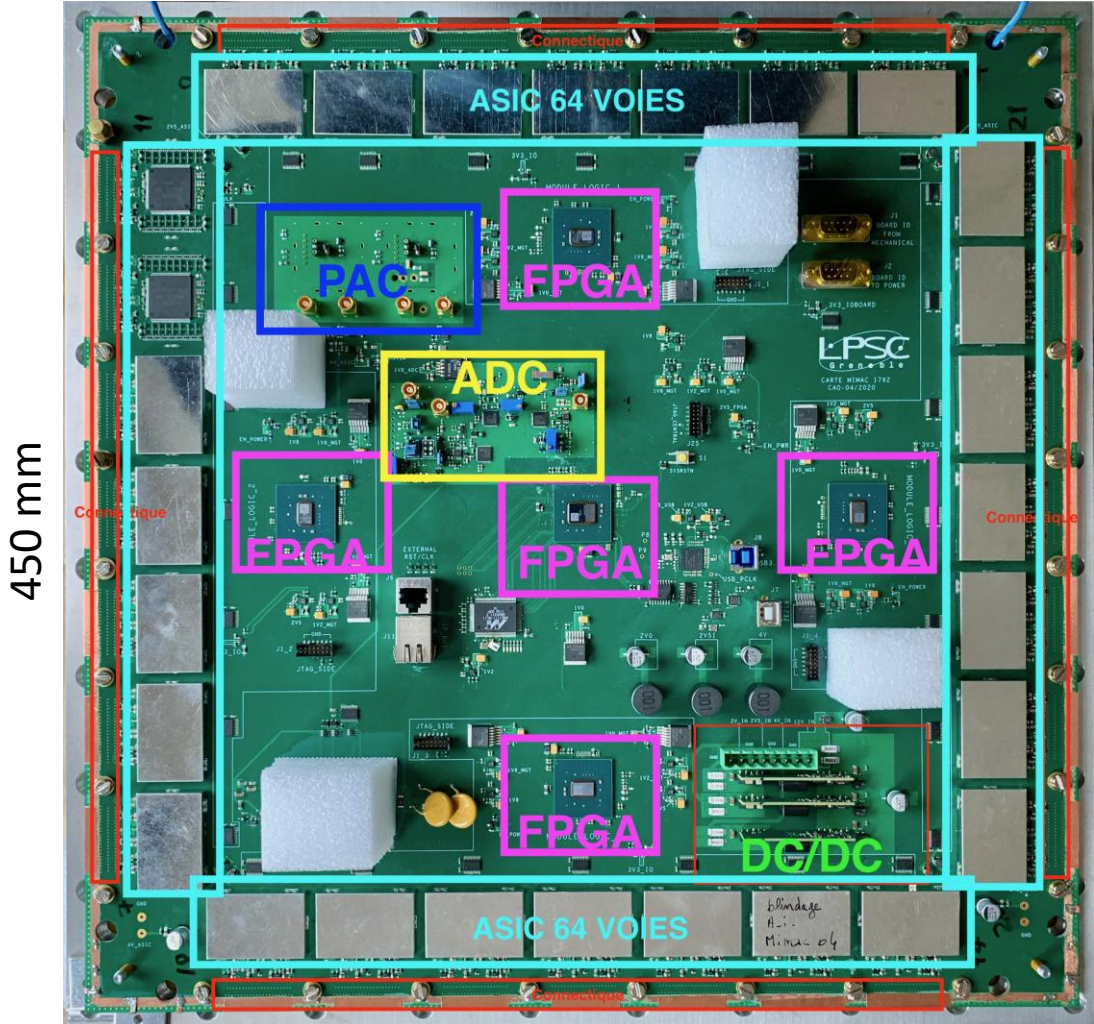


Holder

- Positionne le Zebra sur l'empreinte
- Définit l'écrasement (<10%)
- Absorbe le gonflement

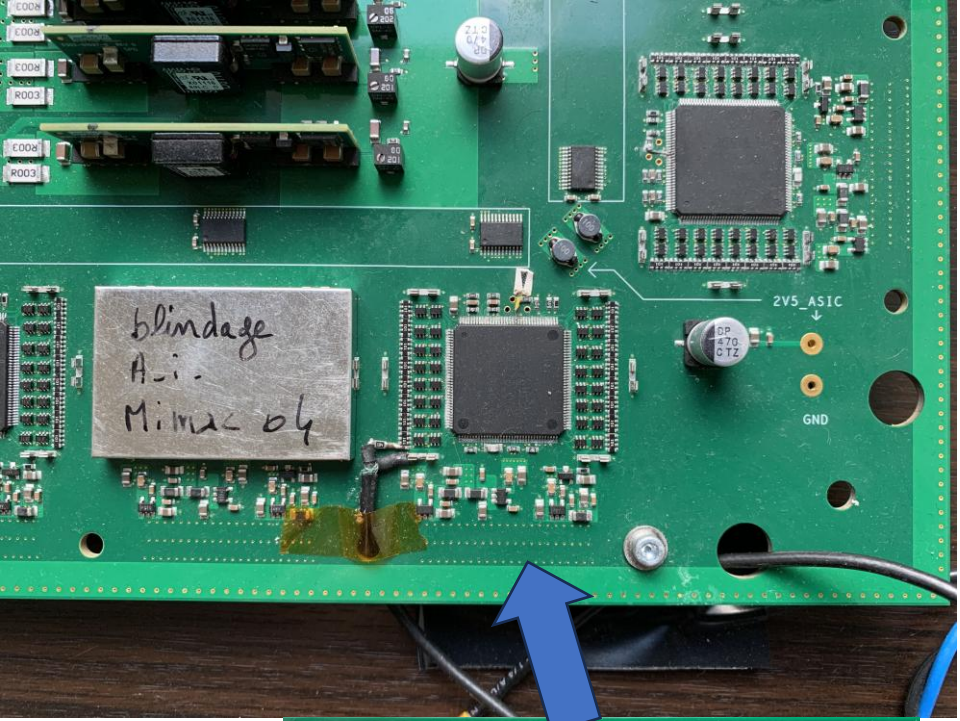


Carte 1792 voies (LPSC)

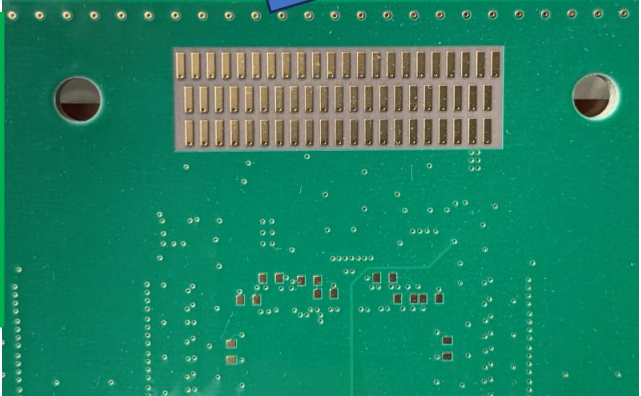


450 mm

450 mm

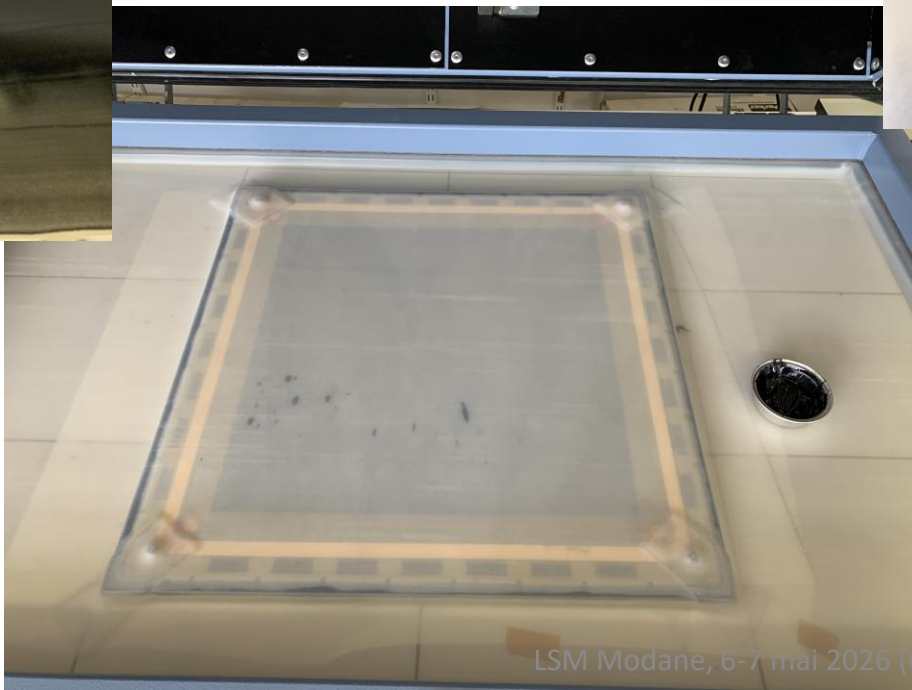
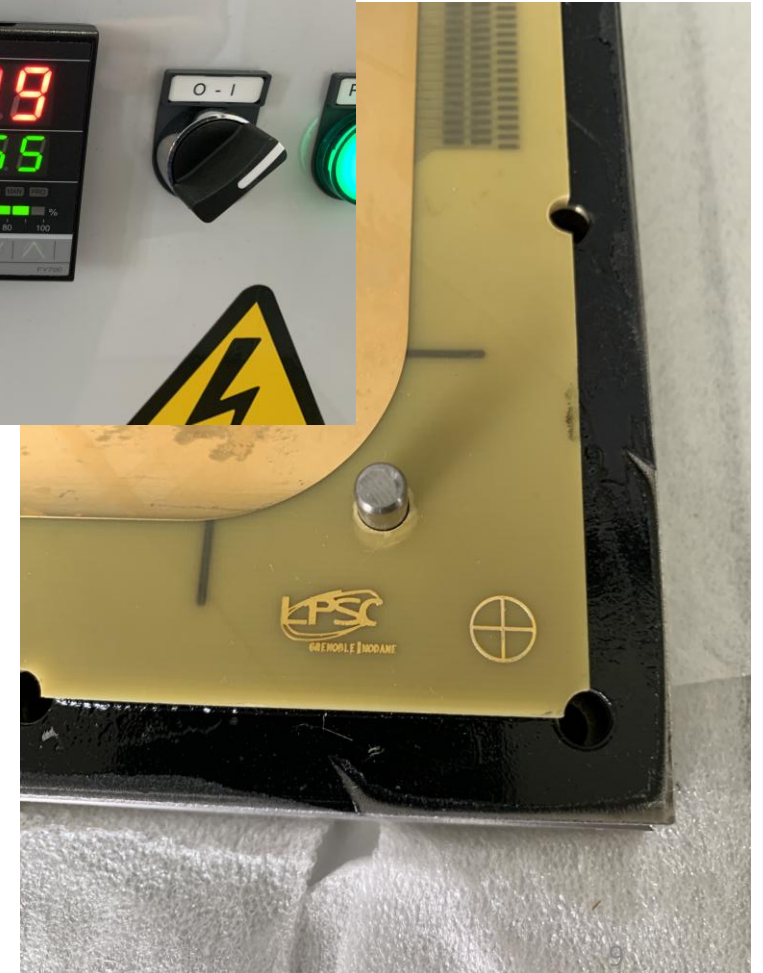
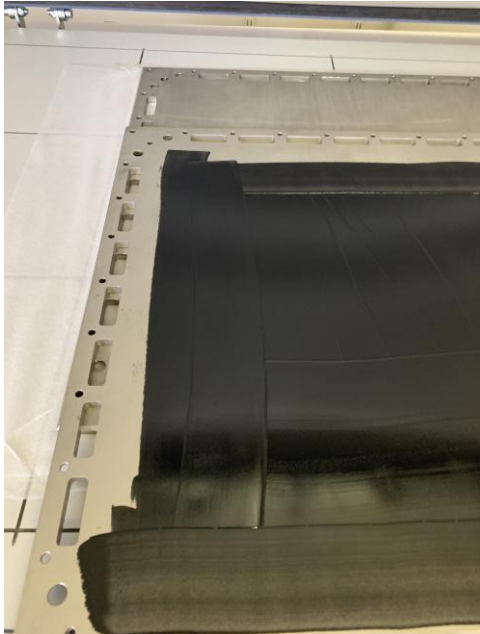


- 28 ASIC s(64 chs)
- 5 FPGAs
- 2 ADCs
- 3 DC/DCs
- 2 PACs

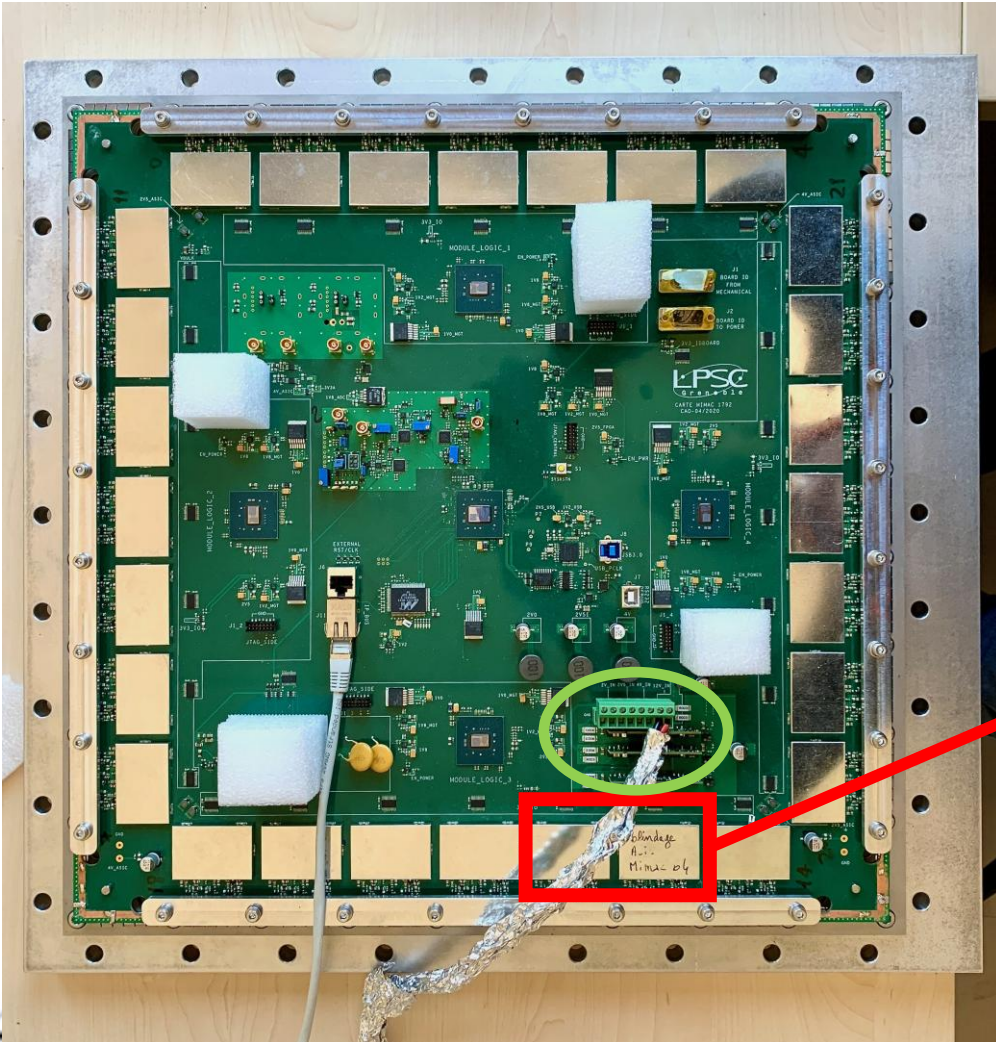


Collage détecteur – Interface Inox

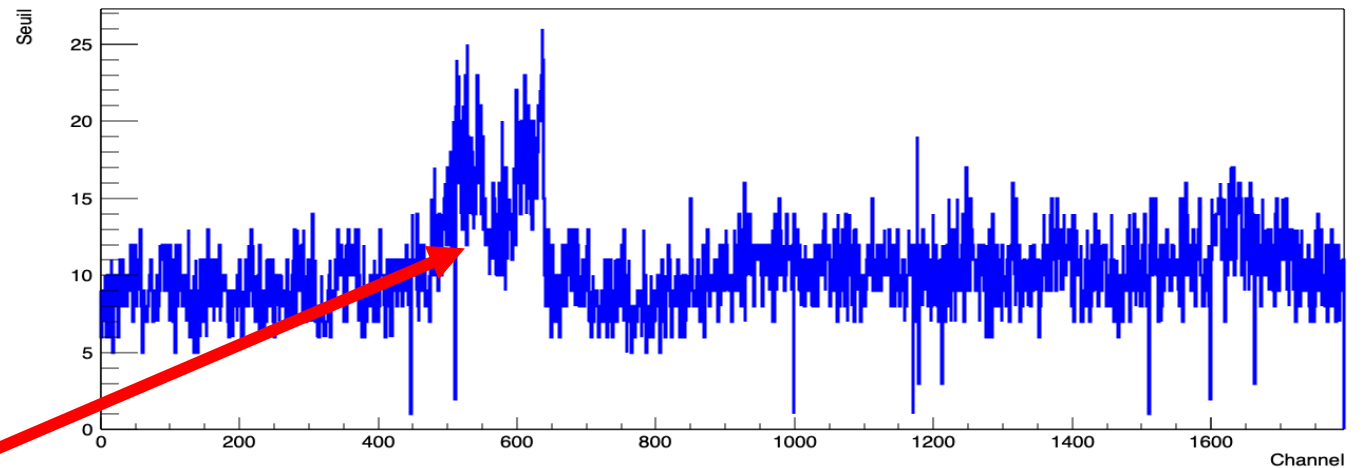
- Colle Thixotropie 3M DP 490
- Presse à vide
- Température 55°
- Durée : 2h



Autocalibration des voies position



Mécanique de serrage définitive
Pions de centrage ajustés ($\pm 0.02\text{mm}$, g6...)

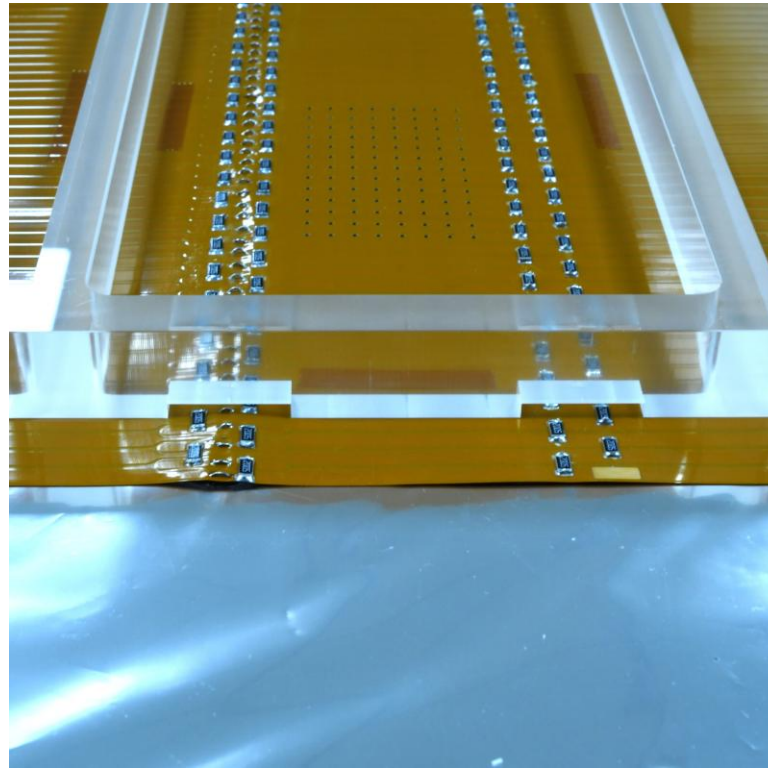
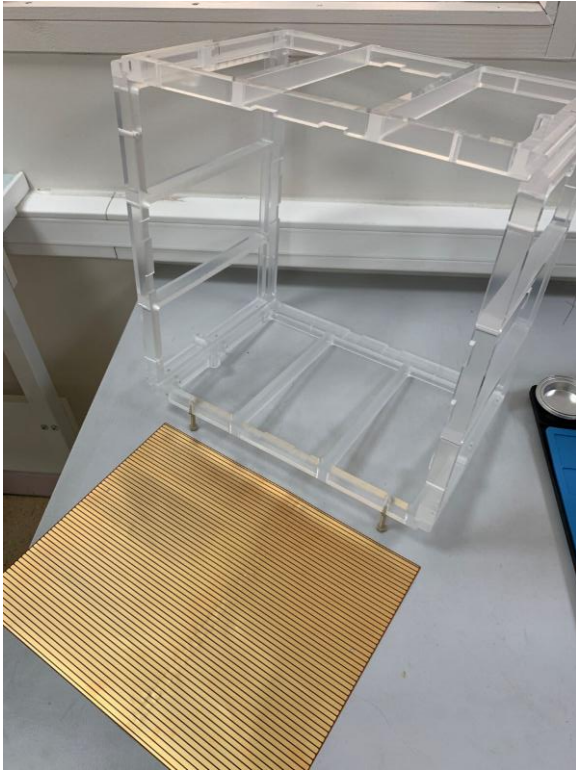


Moyenne des seuils : ~ 10 (ADC)
2 ASICs Bavards (DC/DC)
9 voies muettes... (poussières, PCB, ...)



Cage de champ

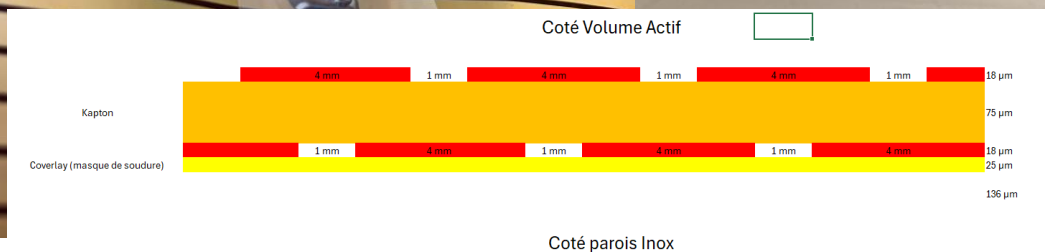
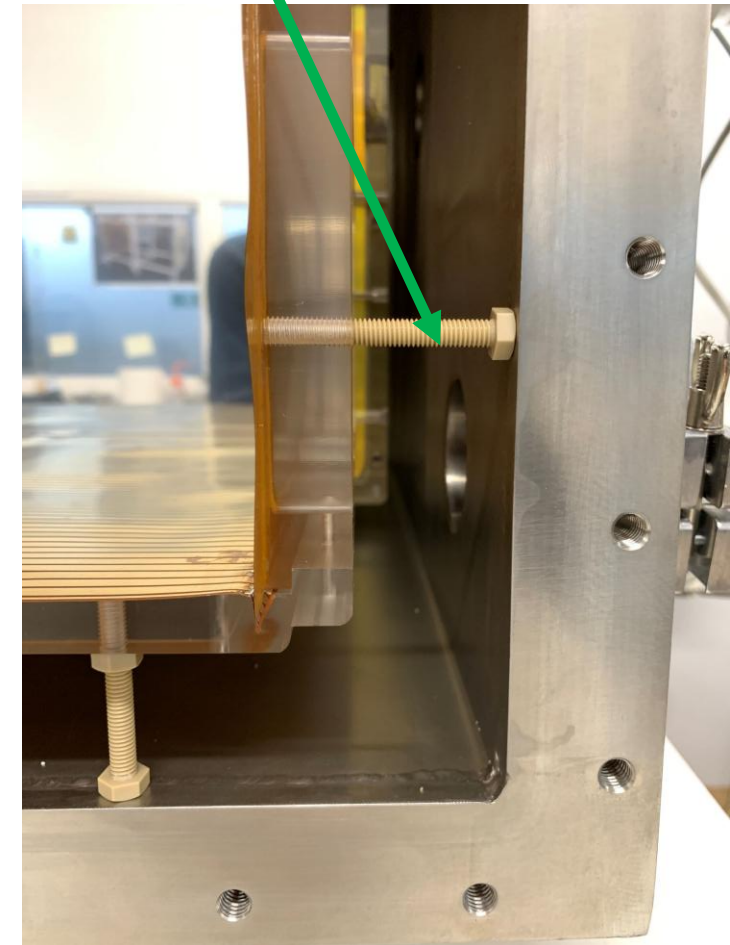
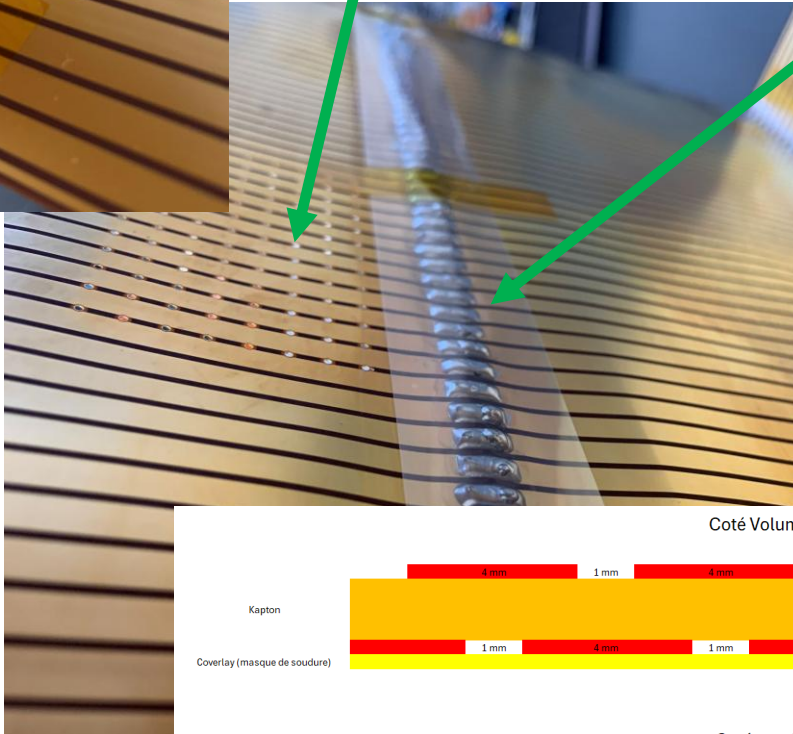
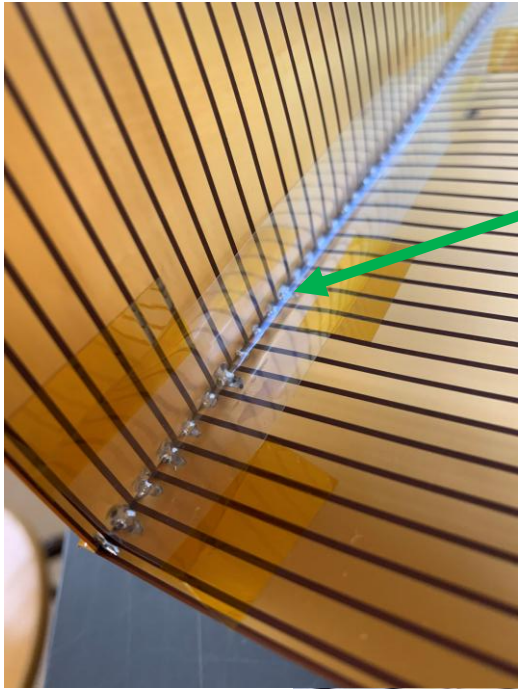
- Matériaux : PMMA / Kapton / Cu
- 300 résistances (10 M Ω ,)



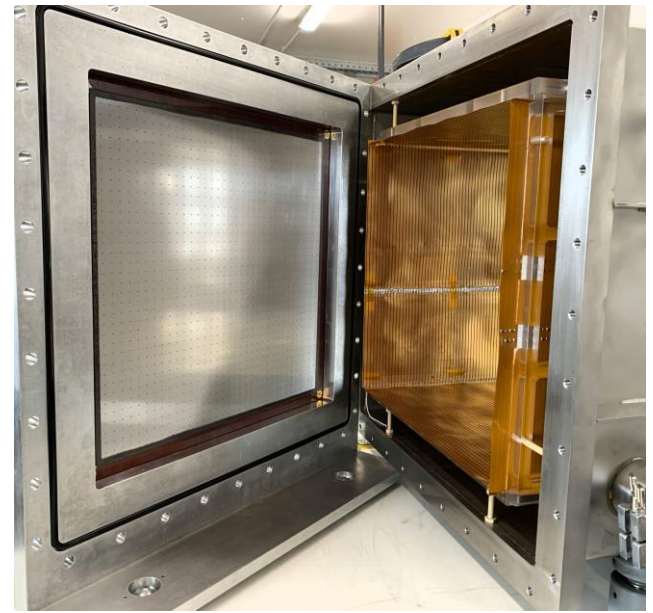
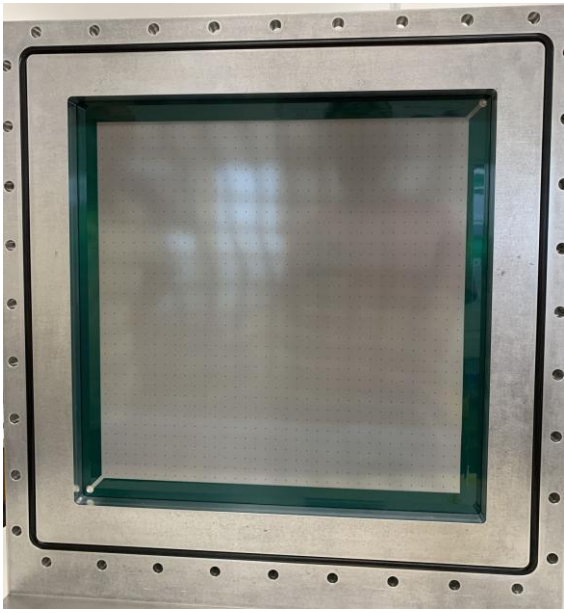
Détails Cage

- Reprise des contacts dans les angles
- Liaison entre face défectueuses (via)
- Trou pour faire passer les X

- Mise à la masse
- Centrage dans la chambre

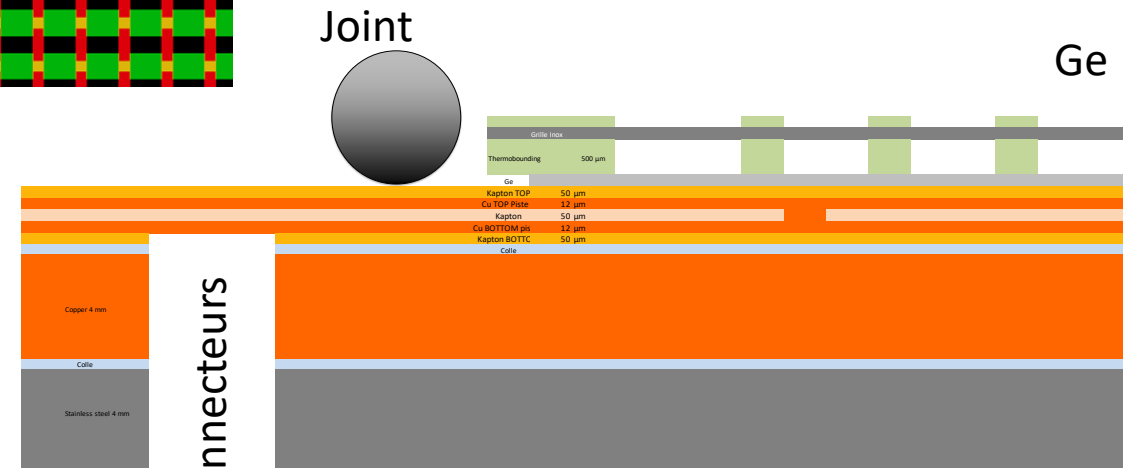
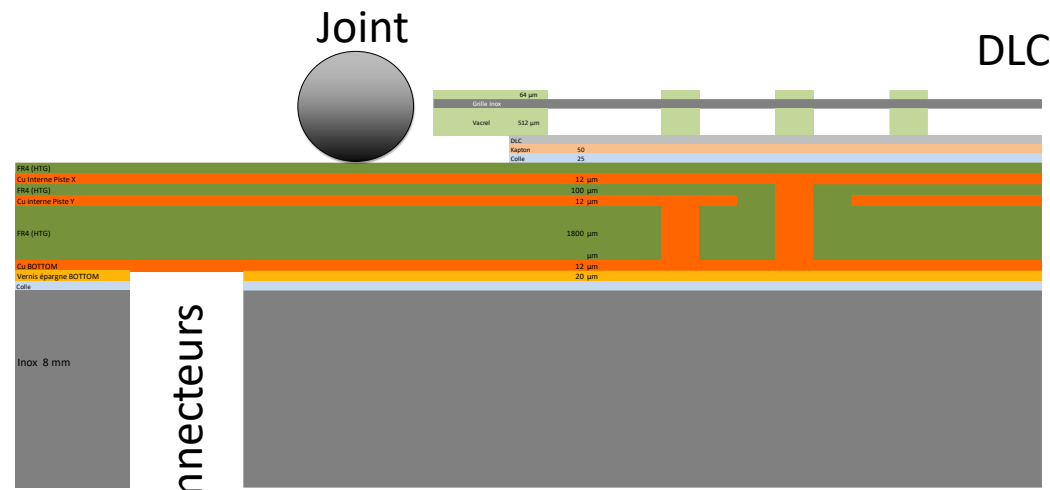
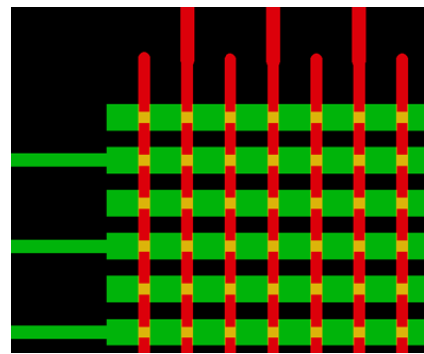


Détecteurs construits



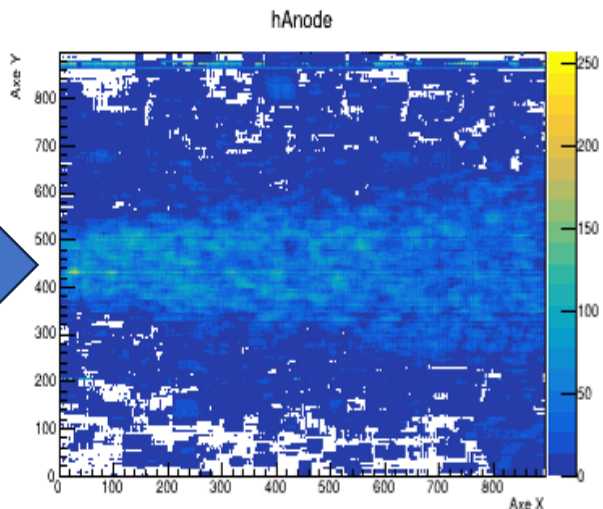
- PCB
- Kapton
- Cuivre
- Inox
- Colle

- Gap 500 μm
 Grille : Inox 18/25
 Résistif : DLC / Ge
- Kapton DLC : 30 - 50 $\text{M}\Omega/\square$
 - Ge : 100 – 200 $\text{M}\Omega/\square$



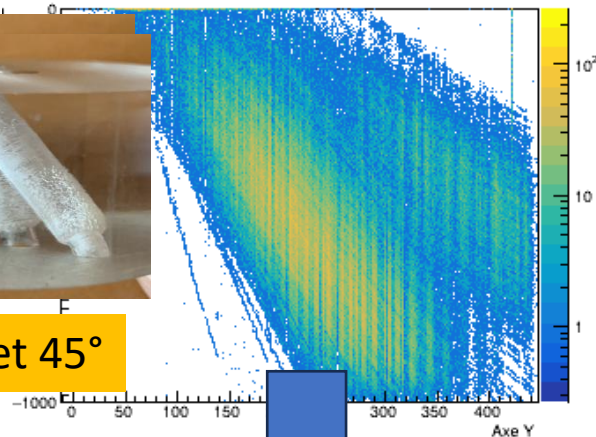
Tests : géné X, Alpha,...

GeneX

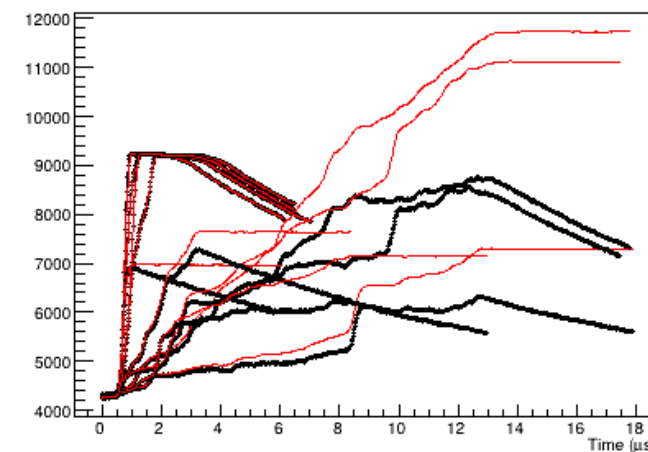


25° et 45°

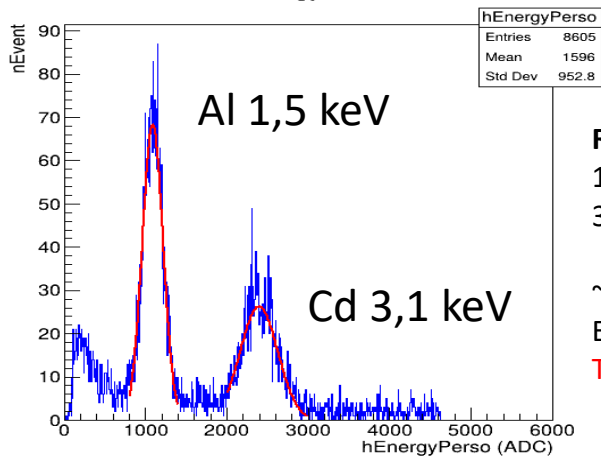
hTrackYZ_Bary



Raw Flash and Corrected

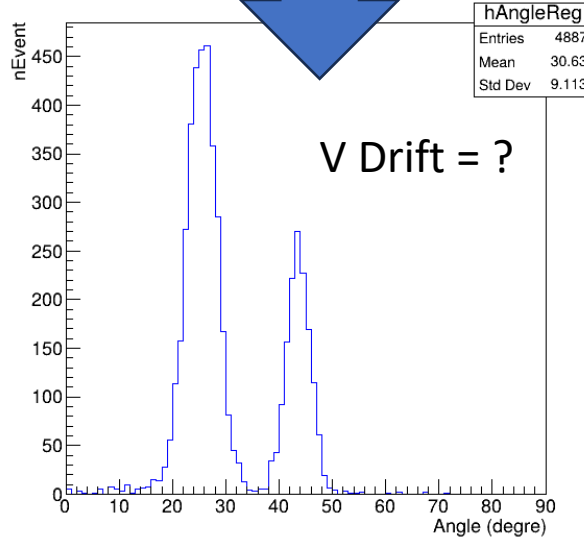


hEnergyPerso

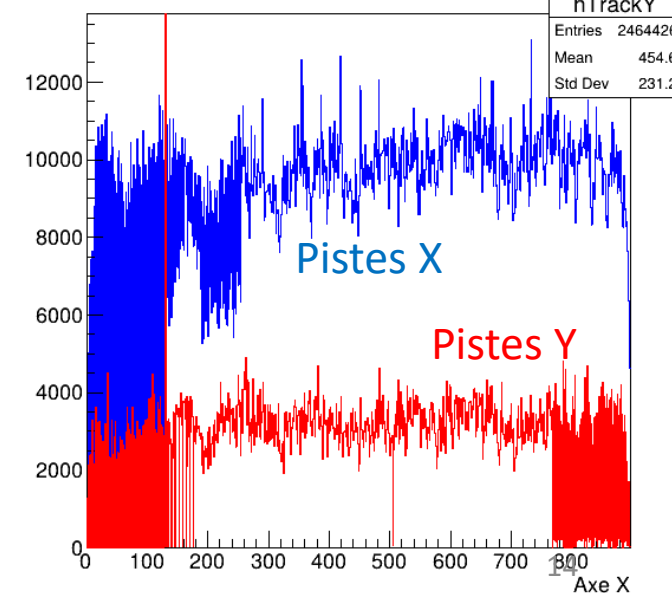


Resolution :
 1.5 keV : 27,4 % (FWHM)
 3.1 keV : 22,6 % (FWHM)
 ~ 1,3 eV/bin
 Energy Range : 5,8 keV
 Threshold : 130 eV

hAngleReg



hTrackY



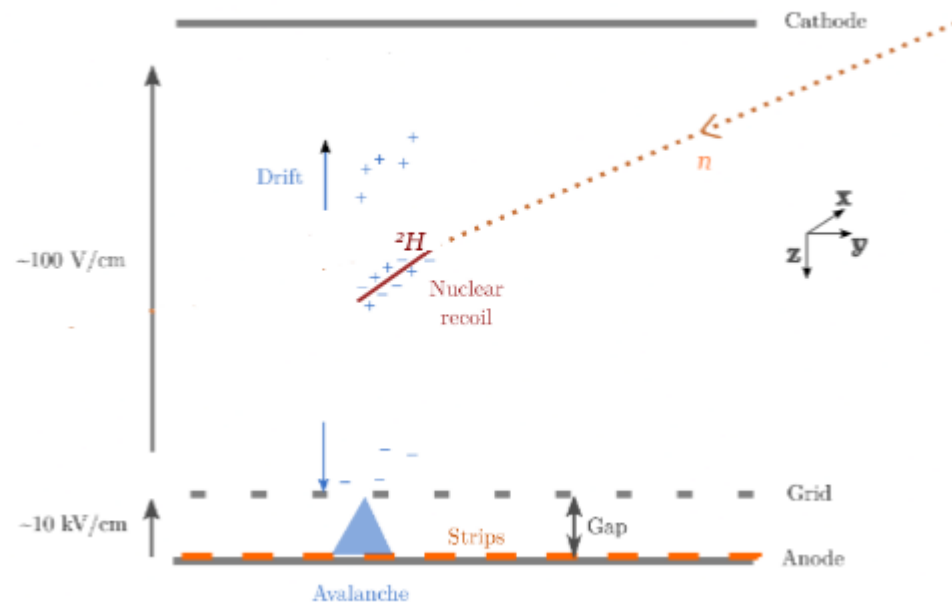
LSM M

3D-Deuteron Track Recoils Produced by Neutron Capture in Hydrogen Measured by MIMAC-35 cm

I. Ourahou¹, D. Santos¹, O. Guillaudin¹, P. Louis-Cistac¹, F. Malek¹, N. Sauzet¹, and C. Tao²

¹LPSC, Université Grenoble Alpes, CNRS/IN2P3, Grenoble, France

²Centre de Physique des Particules de Marseille, IN2P3/CNRS and Université Aix-Marseille, Marseille, France



Principe :

Capture d'un neutron thermique sur l'hydrogène $^1\text{H}(n, \gamma)^2\text{H}$.

Détection du noyau de recul (deuteron 1,3 keV)

86 h de prise de données

11 10^6 evts enregistrés

Gaz C₄H₁₀/CHF₃ 30 mbar (70/30)

Trouver 50 evts Deuteron !!!

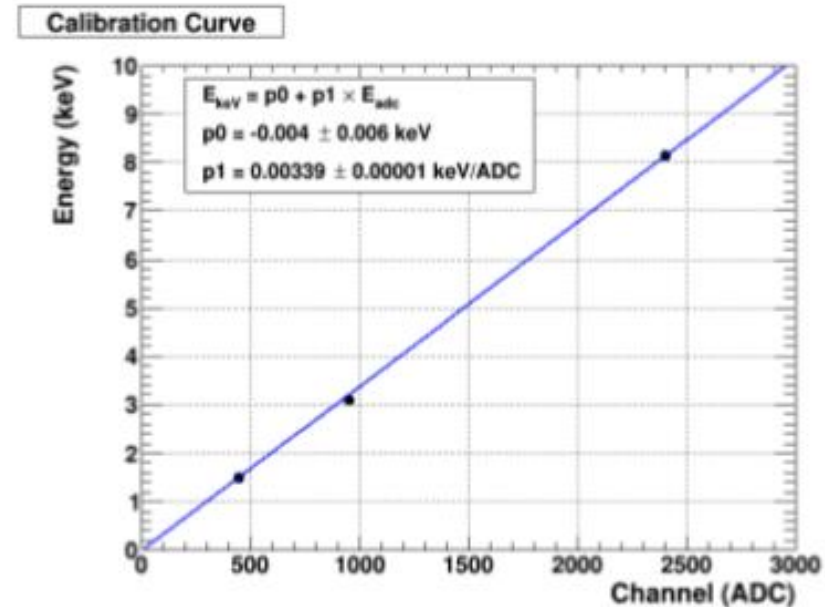
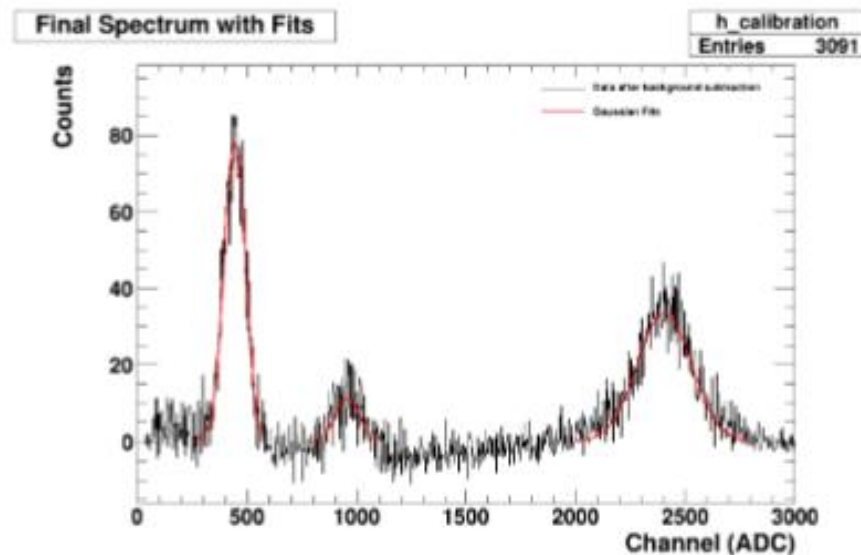
Etalonnage (DéTECTEUR PCB)

30 mbar 70% C4H10 30% CHF3

Générateur X sur feuilles métalliques

- Aluminum (Al K α and K β) energie : **1.49 keV ()**
- Cadmium (Cd L α and L β) energie : **3.16 keV ()**
- Copper (K α and K β) energie : **8.17 keV ()**

Calibration : linéaire
Offset : ~ 4 eV
Seuil : ~ 300 eV

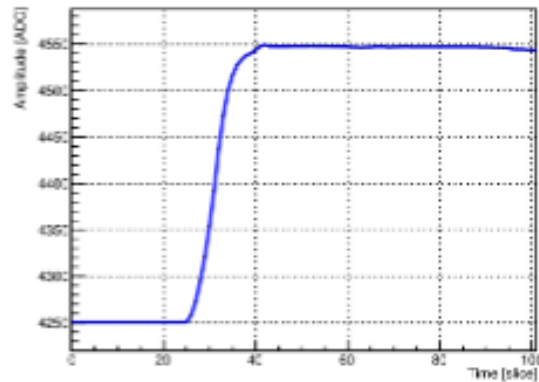


Sélection des données :

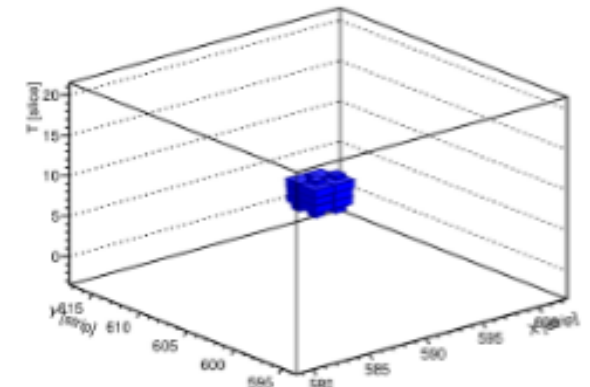
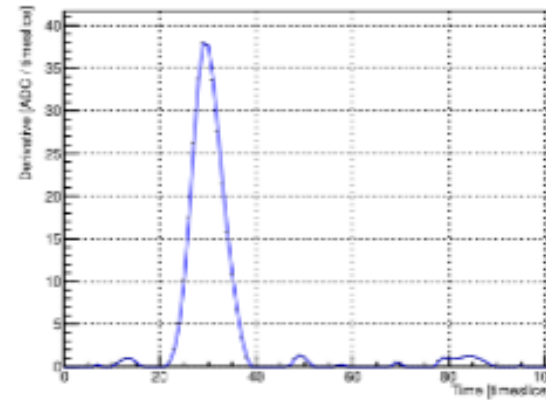
Analyse Flash et dérivée

Recoil

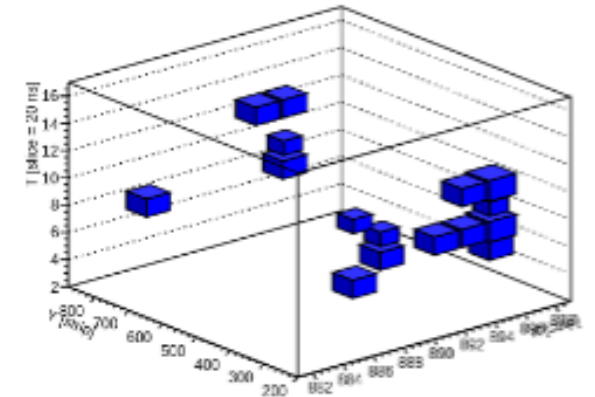
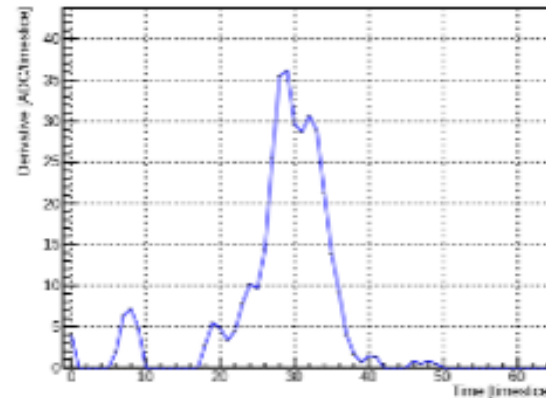
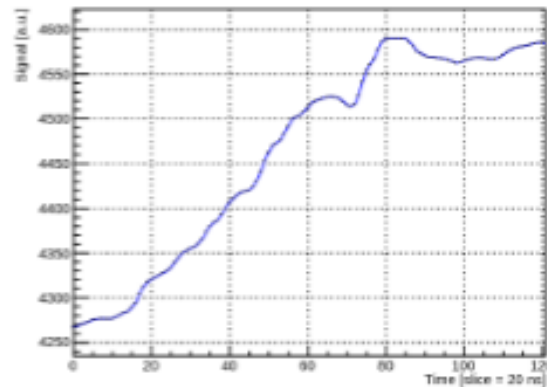
Raw Flash



Dérivée

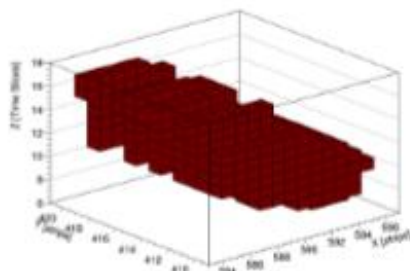
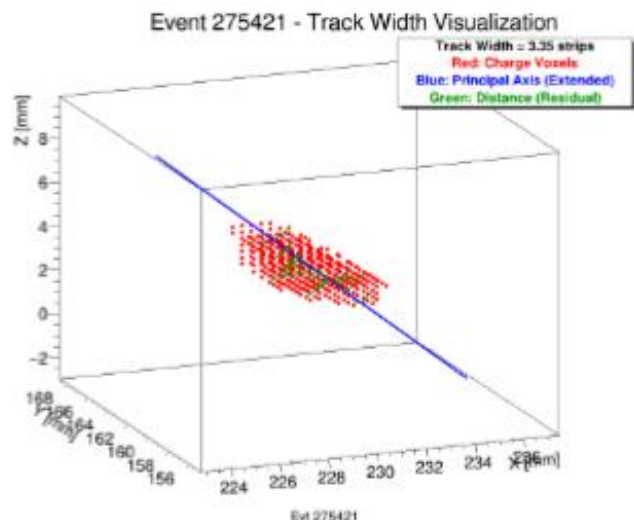


Electron

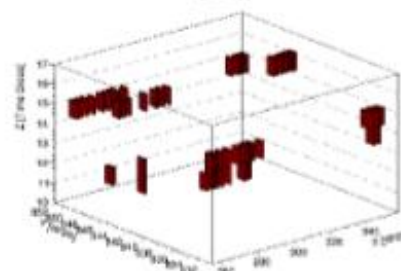
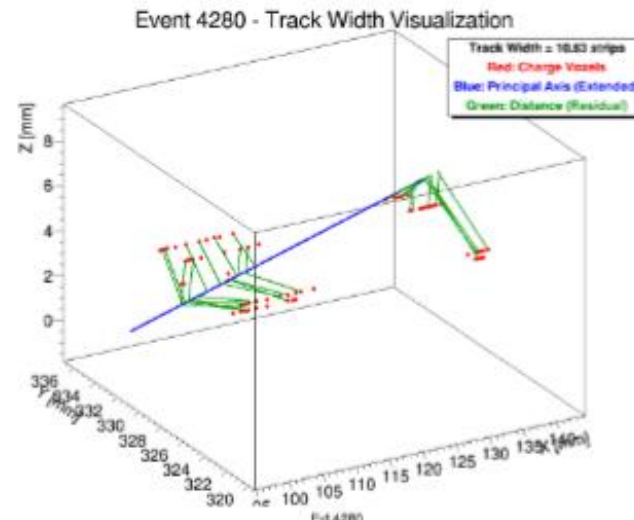


Sélection des données

Largeur de trace (w)

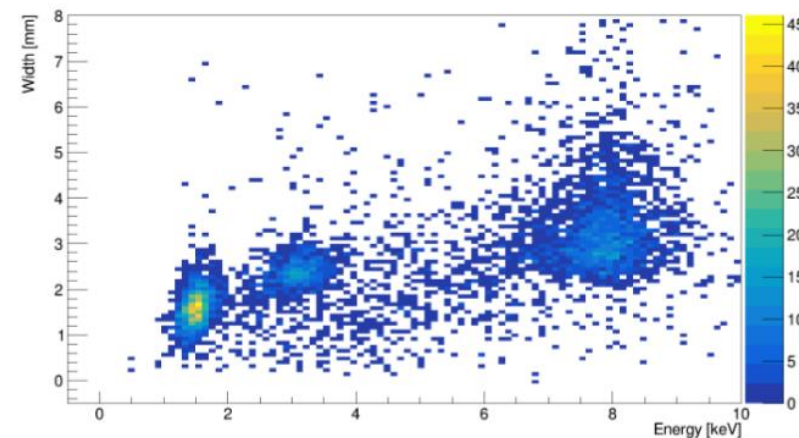


(a) Nuclear Recoil Candidate (4.09 keV)



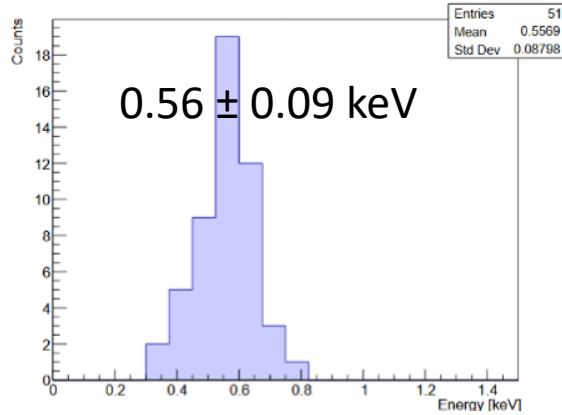
(b) Electron Recoil Background (4.59 keV)

Distribution des largeurs de traces pour des électrons de la calibration



La distribution spatiale de ces vecteurs reconstruits montre une couverture uniforme au sein du volume du détecteur, sans direction privilégiée observée.

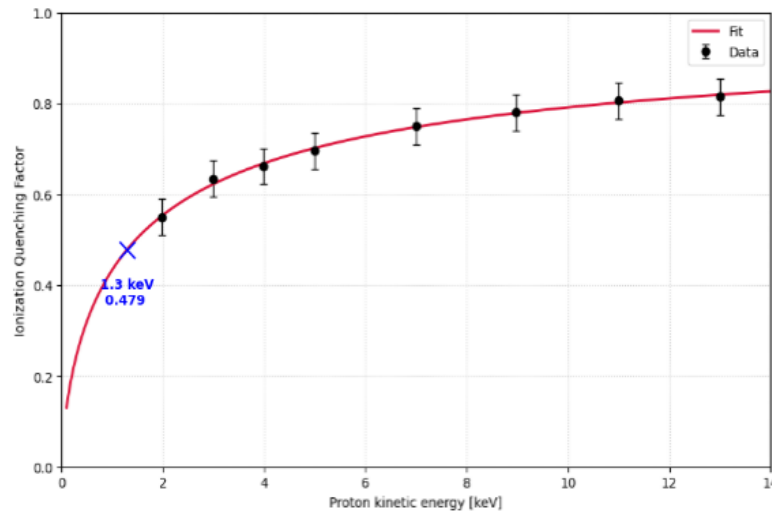
Evènements sélectionnés



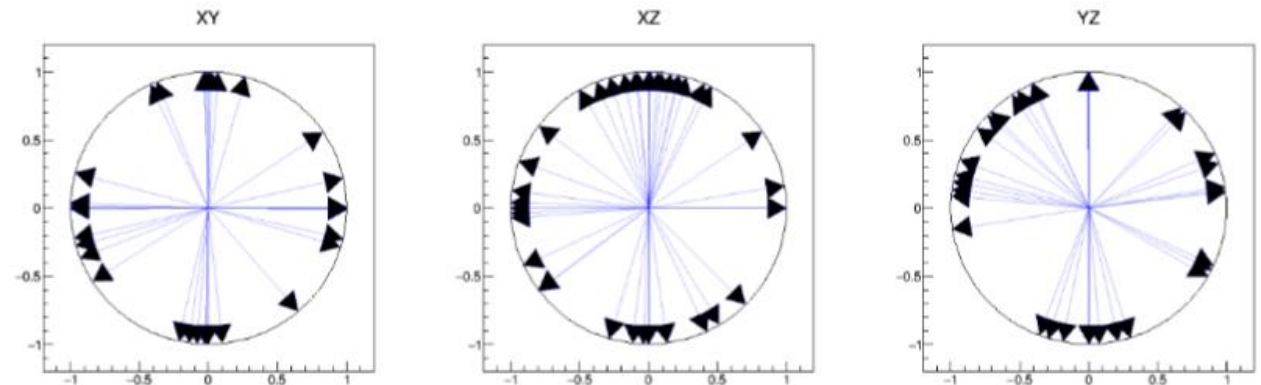
Le Quenching estimé est de $\sim 0,48$.

Pour 1,3 keV, on attend donc une énergie d'ionisation de $< 0,62$ keV

Le pic à 0,56 keV correspond à l'énergie d'ionisation attendue pour les reculs de deutérons de 1,3 keV.



Quenching proton dans CH4

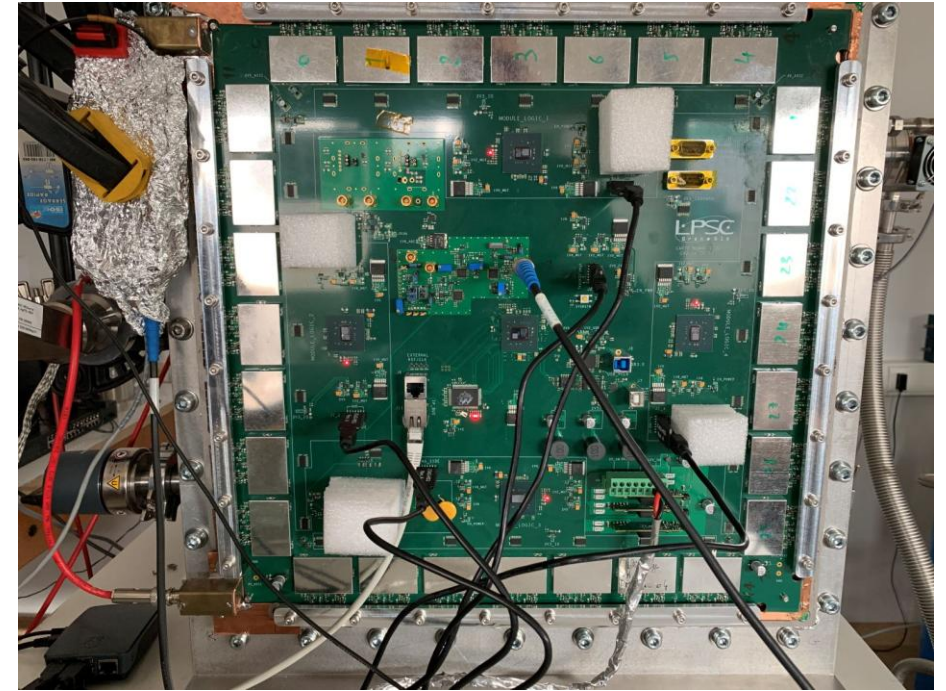


La distribution spatiale angles reconstruits montre une couverture uniforme

Conclusion

Nouvelle μ TPC (35 x 35 x 29 cm³ x 2), 3600 voies

- Matière sombre (C4H10 / CHF3)
- Détection cohérente de neutrinos (He/CF4)
- Spectrométrie neutron (He/CO2)
- Détection Muons (Ar/C4H10)
- Caractérisation de déchets nucléaires (Fissile / Alpha-n)
- Fond neutron dans les laboratoires souterrains
-



PAULINE

