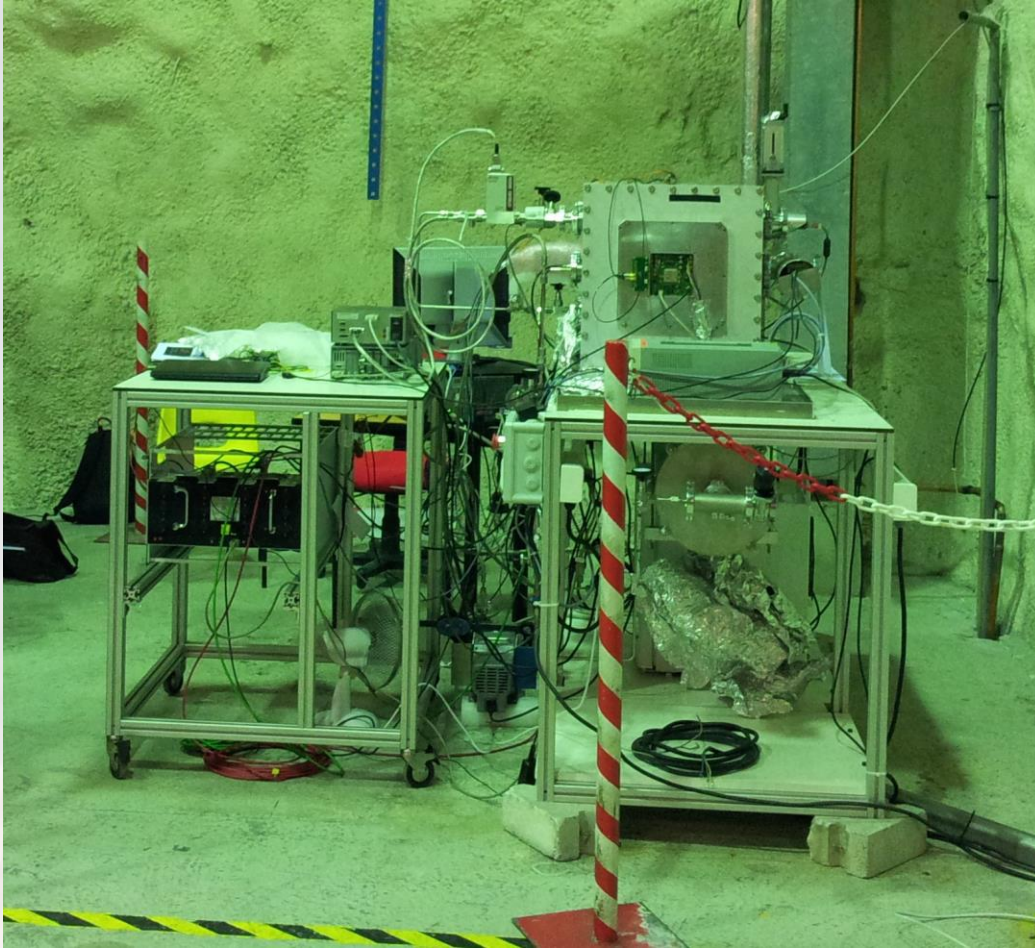


MIMAC et sa connectique

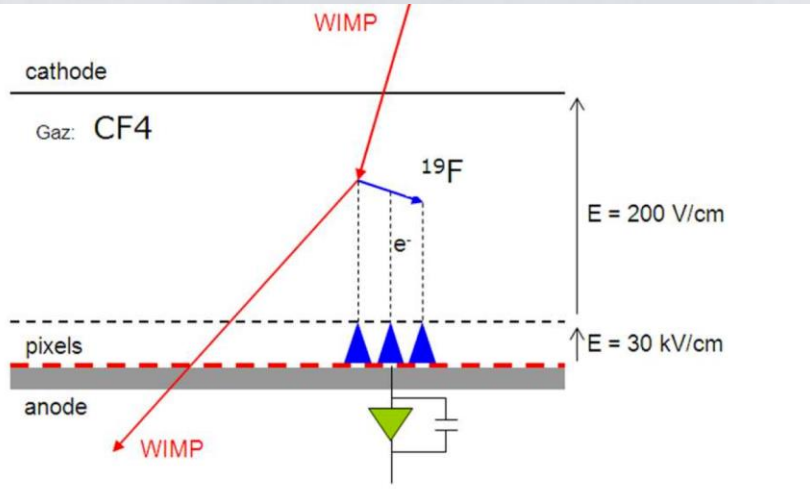
Un exemple de TPC basse pression



Olivier Guillaudin
LPSC

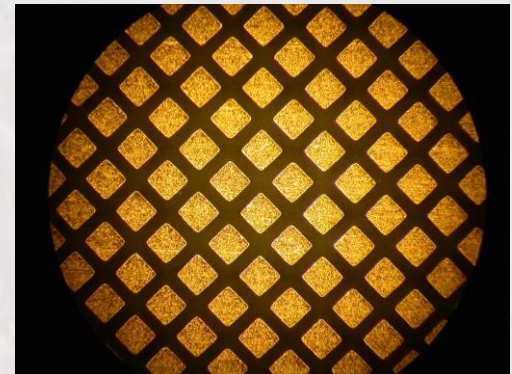
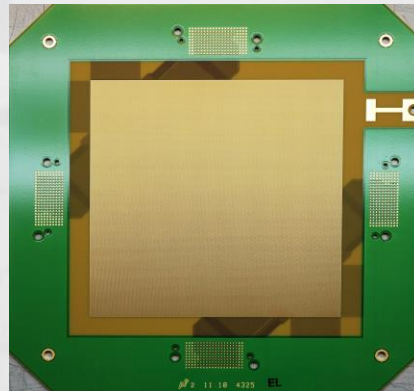
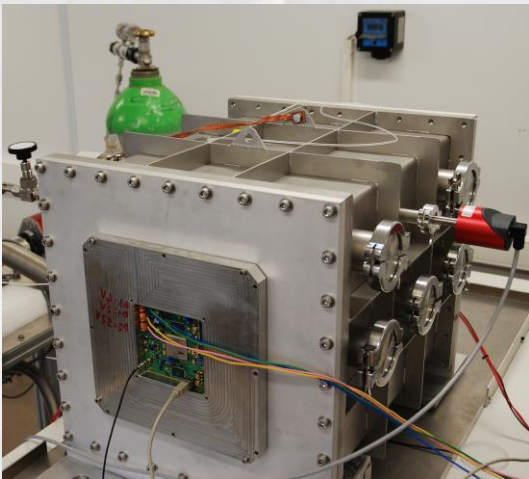
Projet MIMAC

Projet de détecteur multichambres pour la
detection directionnelle de matière sombre



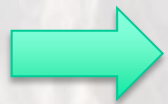
Energie et Trace en 3D
(de 1 to 100 keV)

- μTPC : Micromegas
- Cible ^{19}F (CF4 à 50 mbar)
- Prototypage de module bi-chambre
 - 2 x 2,5 litres (Drift : 25 cm)
 - Pitch $\sim 425 \mu\text{m}$ (65000 pads)
 - 512 voies (**20 ns**)
 - Gap d'amplification : 256 μm



Historique du projet

- 2008 Triple GEMs avec 96 voies (19x19 mm)
- 2009 Micromegas 96 voies (20x20 mm)
- 2010 Micromegas 512 voies (100x100 mm)
- 2015 Micromegas 1024 voies (200x200 mm)
- ??? Micromegas 350X350 mm (1920 voies!!! / module)



16 à 32 module/m³

→ Connectique « étanche » (50 mbar)

Solutions commerciales???

Basse pression (50 mbar) → compatible ultravide

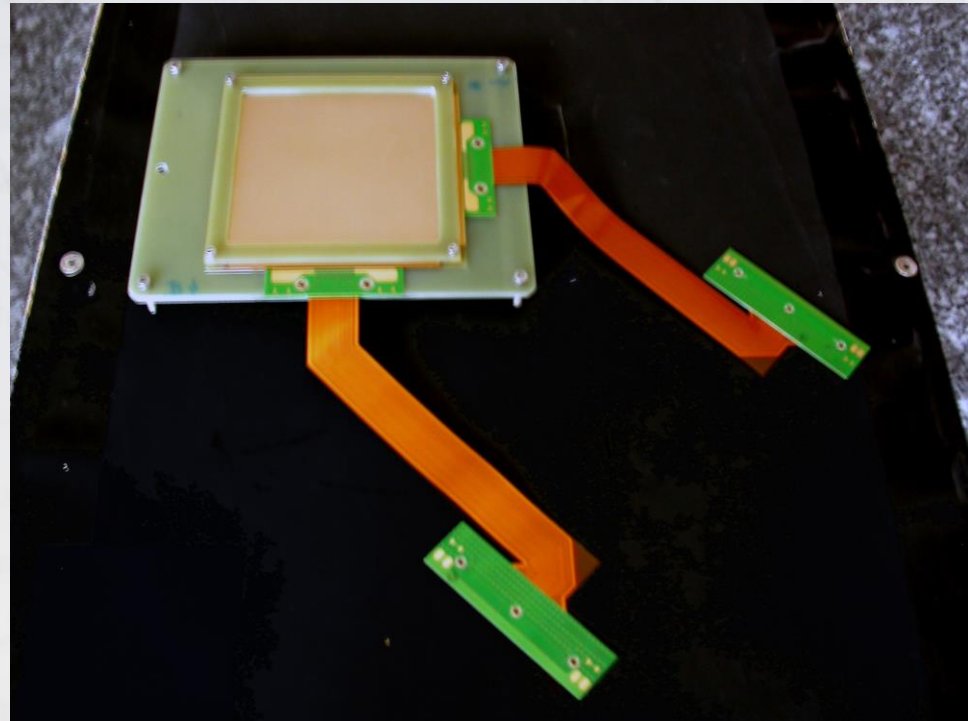
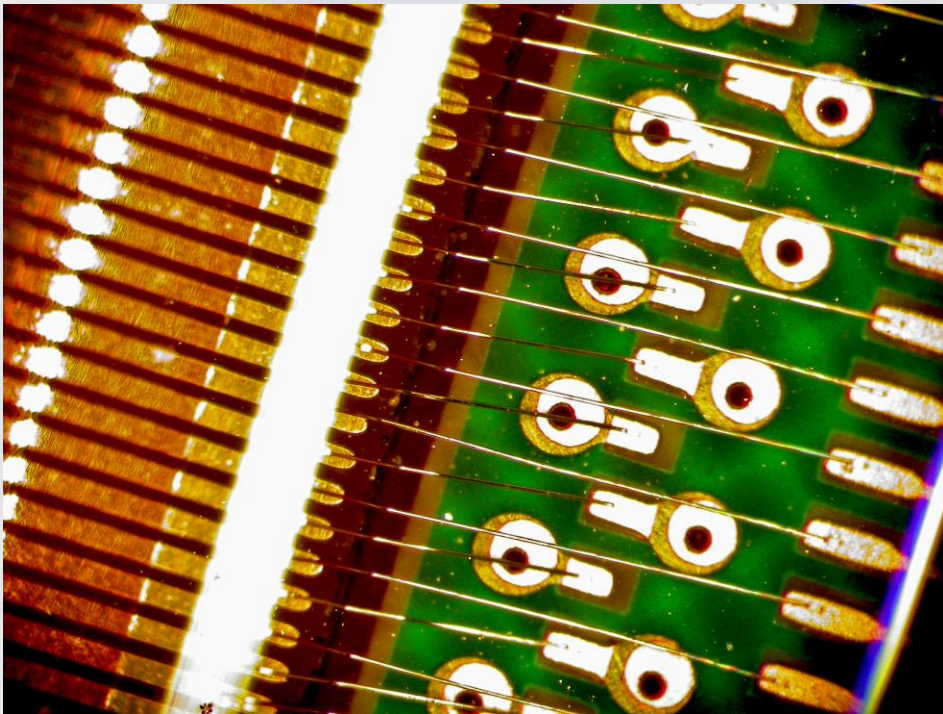
- 100 contact max
- Encombrant

Connecteur spécifique ?

- Possible pour qq pièces
- Prix !!!
- Solutions proposées trop encombrantes
- Cablage !!

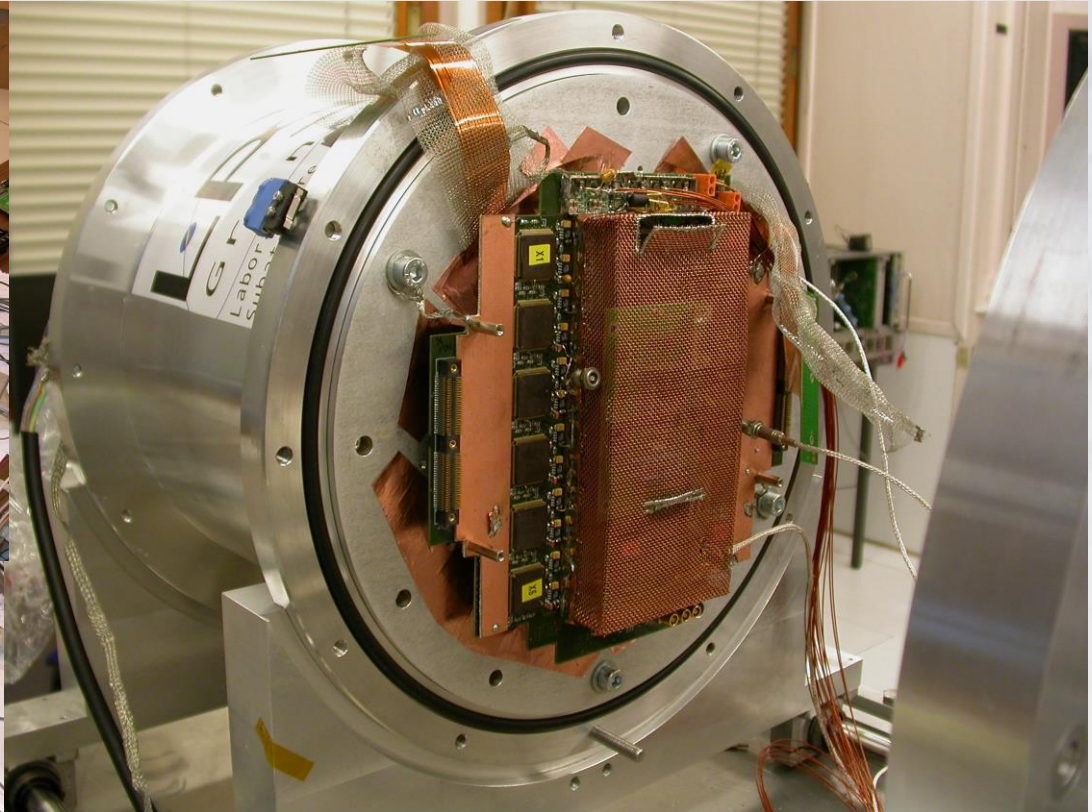
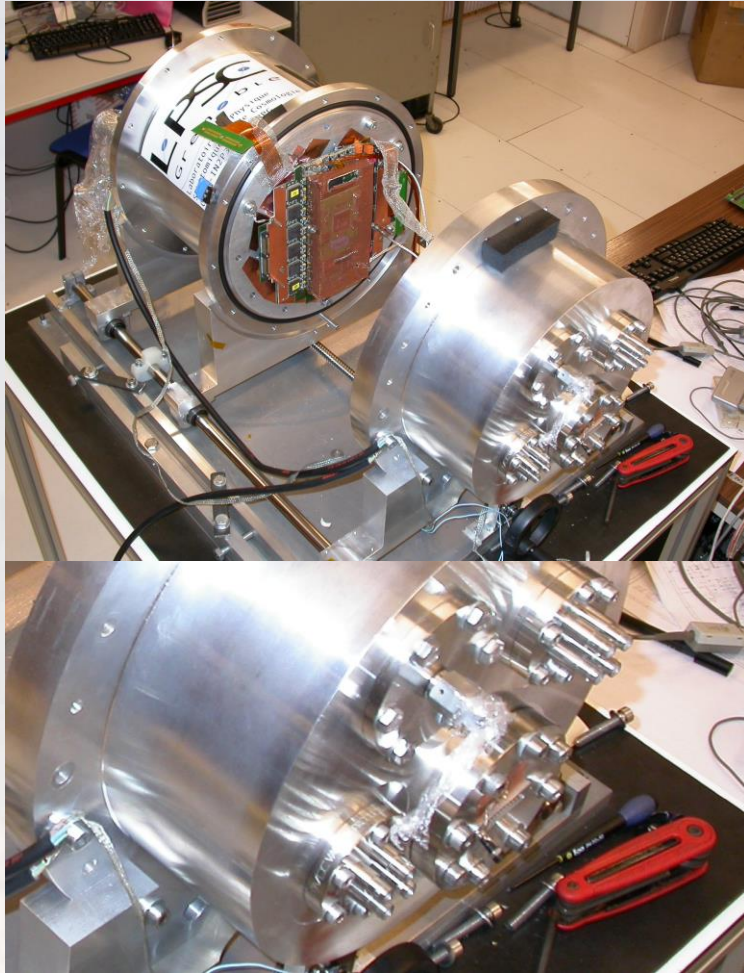


GEMs + Flex + Bounding



Assemblage délicat
(pas d'équipement de bounding au LPSC)

Electronique dans le volume gazeux

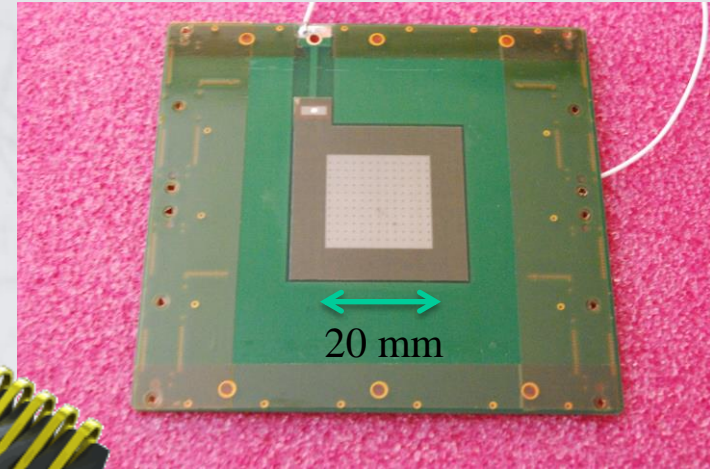
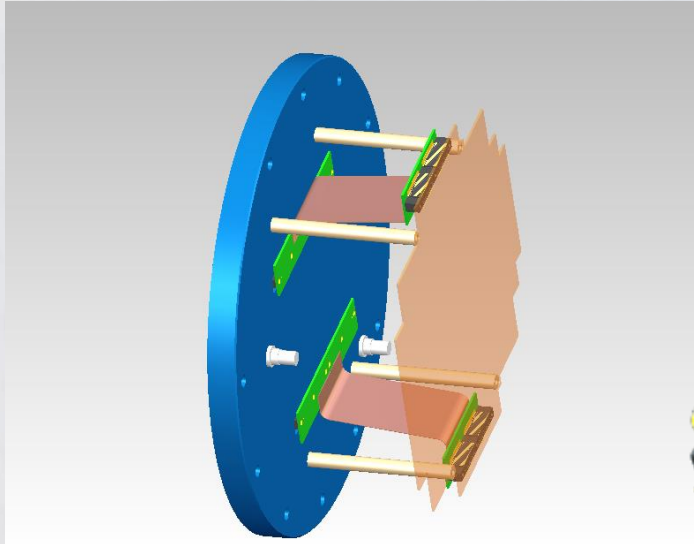


Bilan

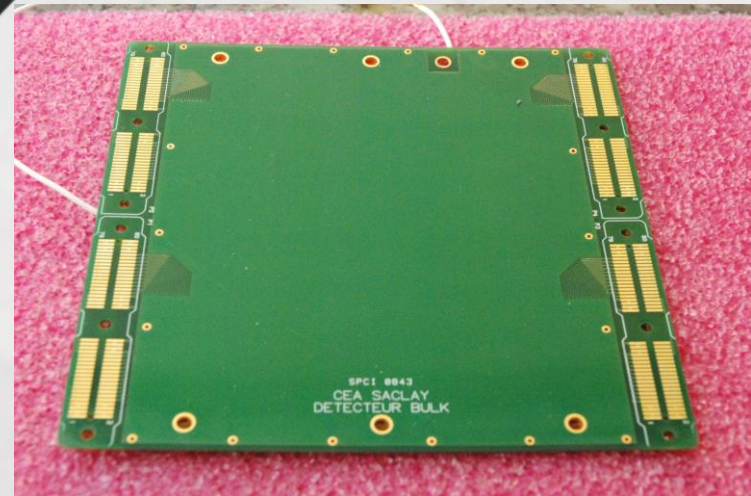
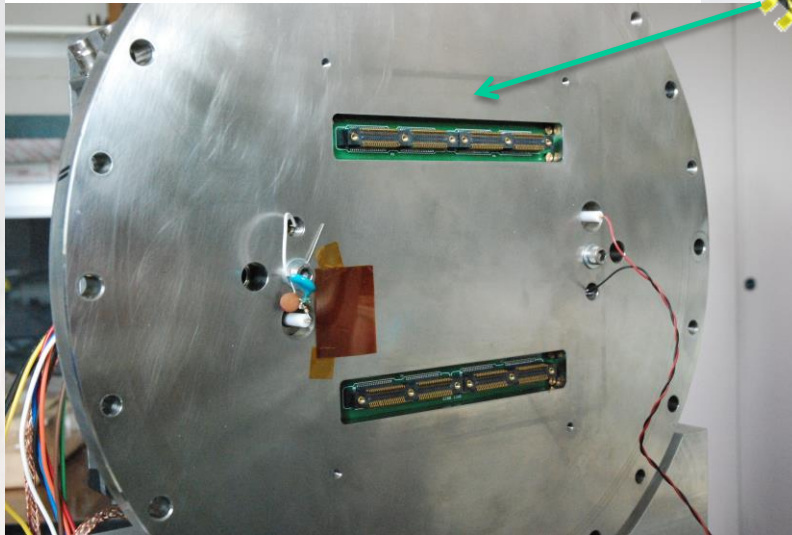
- Faisabilité technique du projet
 - Energie
 - Traces
- Premières traces électrons ($E < 10 \text{ keV}$, 3 mm)
- Niveau de bruit « satisfaisant » (FPGA...)
- Pollution du gaz → sortir l'électronique
- Passage à 512 voies → encombrement

Solution Flex + Interface PCB étanche + Connecteur à ressorts

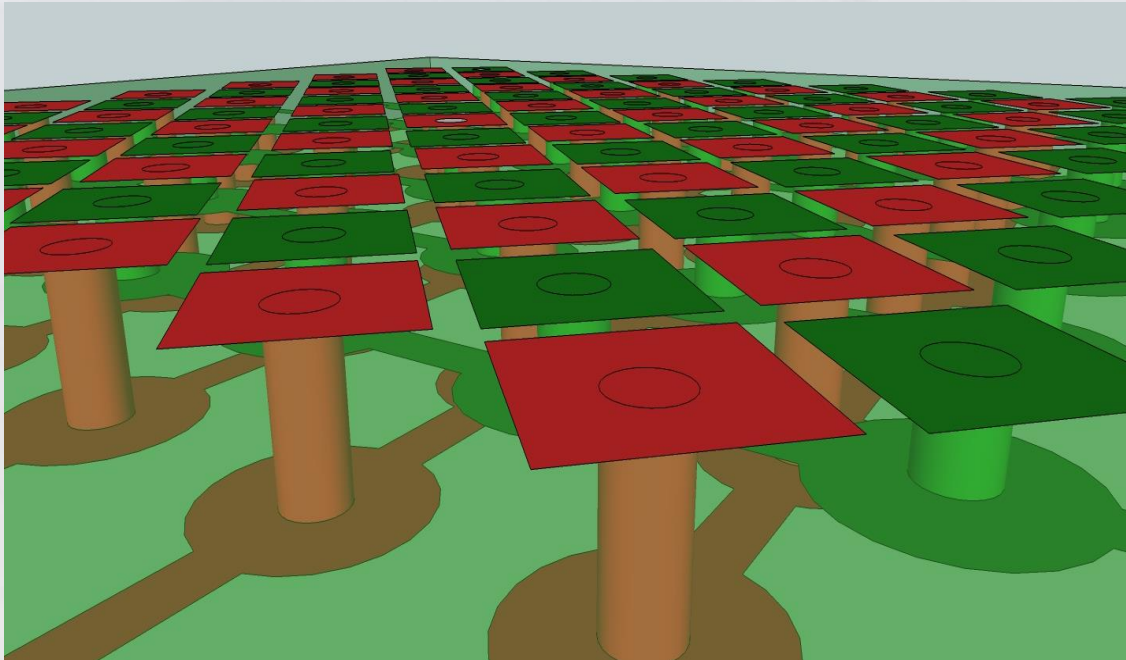
(LPSC - CEA/IRFU Saclay)



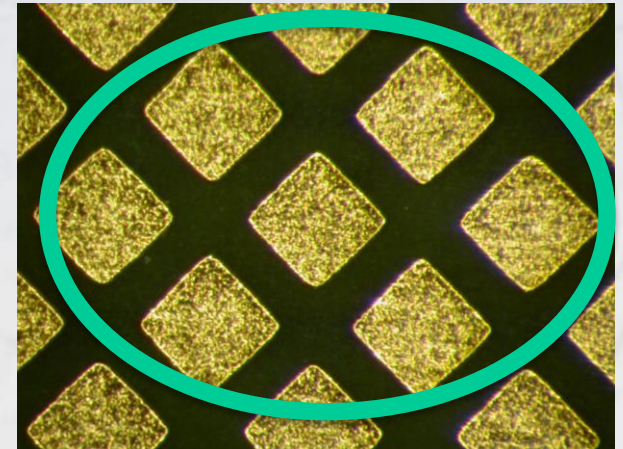
SAMTEC FSI 50 contacts



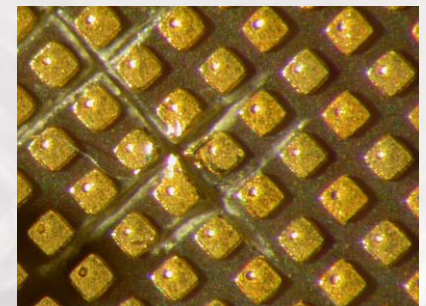
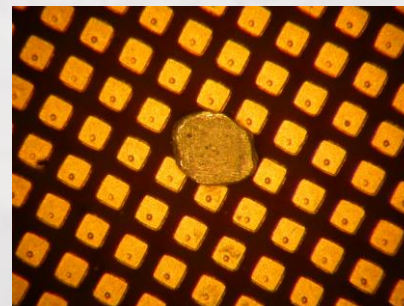
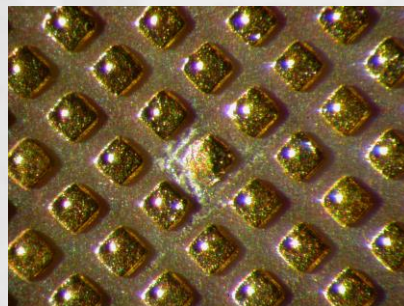
Disposition des pixels



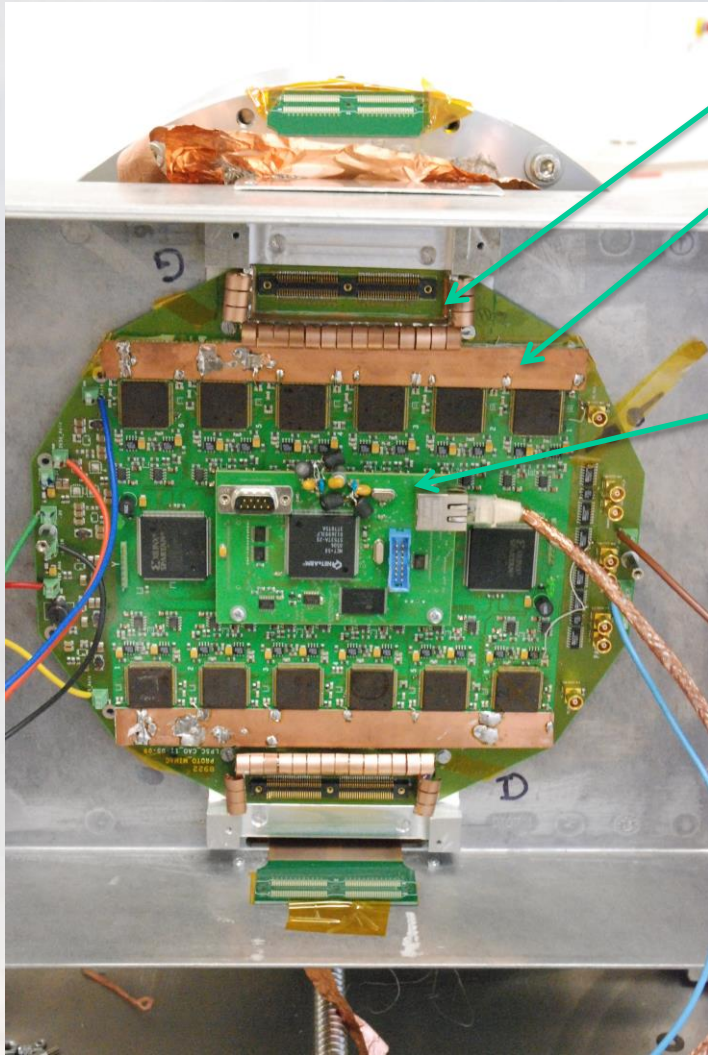
Reliés en lignes
et colonnes



Pixel : $200 \mu\text{m}$
Pitch : $425 \mu\text{m}$



Mise au point ...

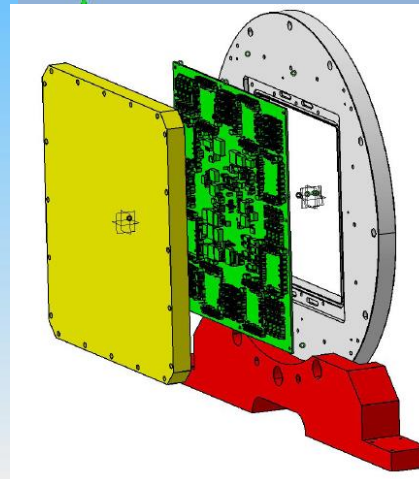
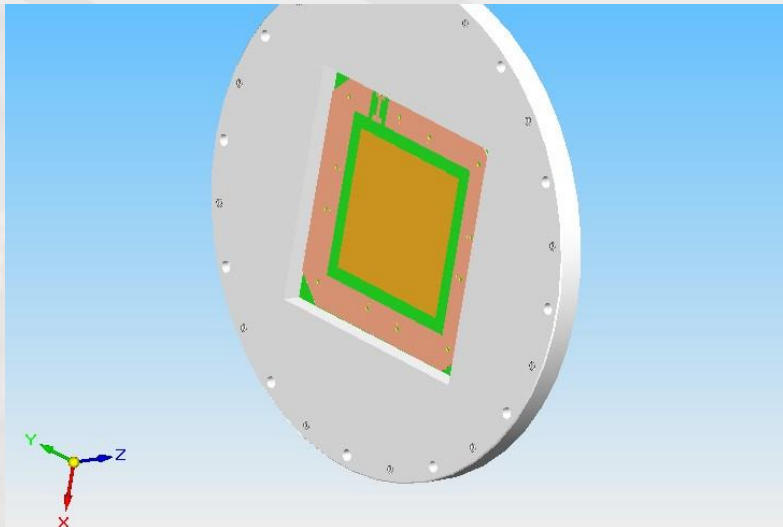
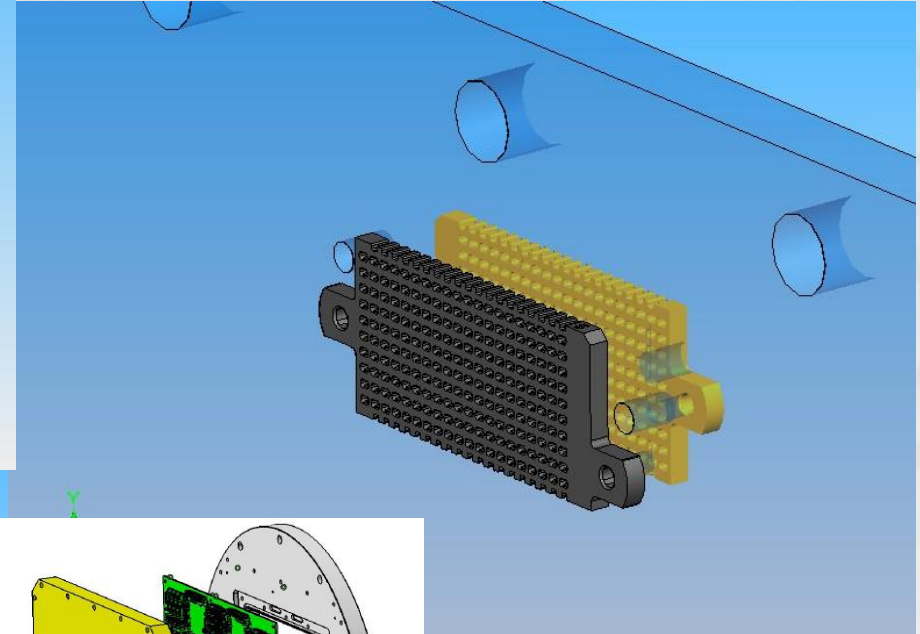
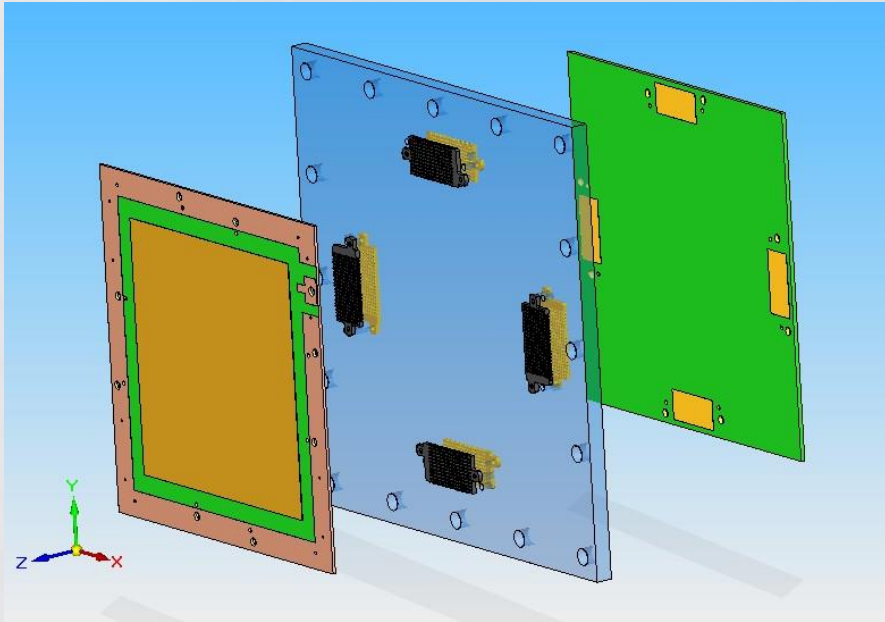


- ~~Flexible blindée (+ 60 pF/p)~~
- Capacité de la liaison!!!
- Recules nucléaires (neutrons @ IRSN)

Solution Ressorts + Ressorts

(LPSC - CEA/IRFU Saclay)

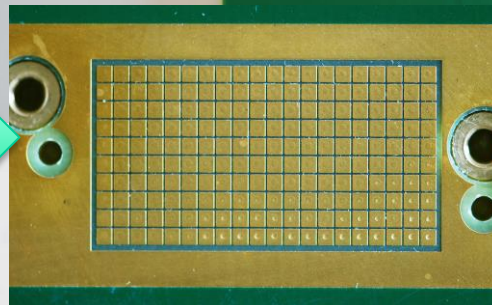
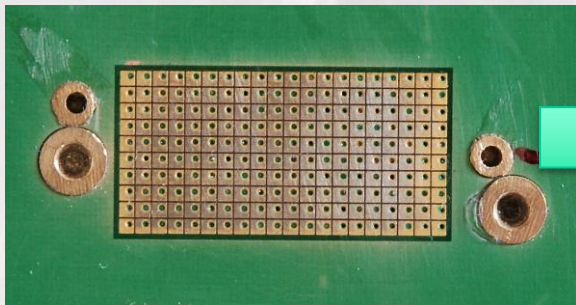
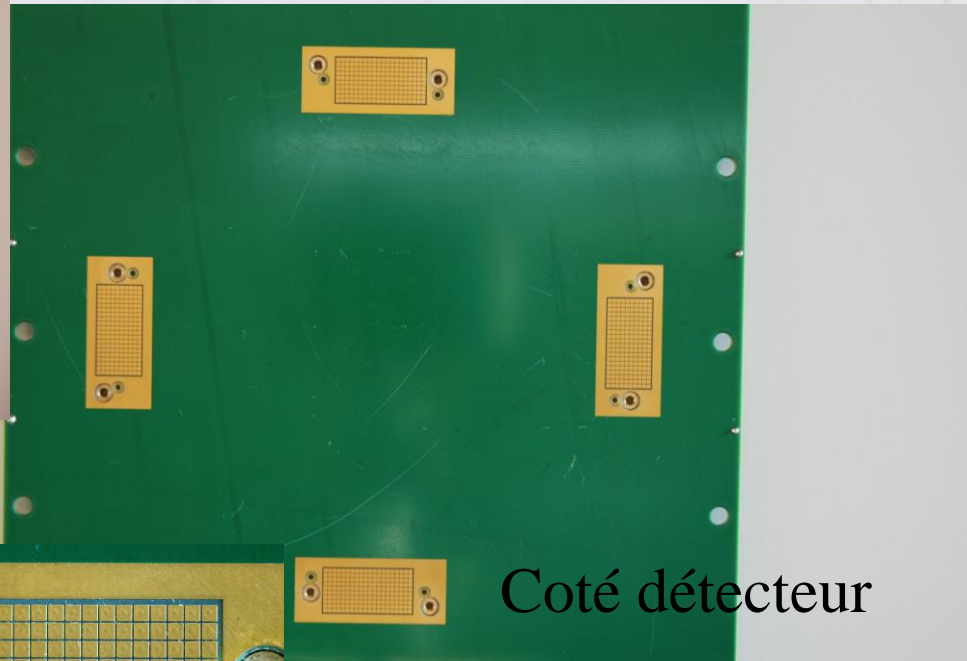
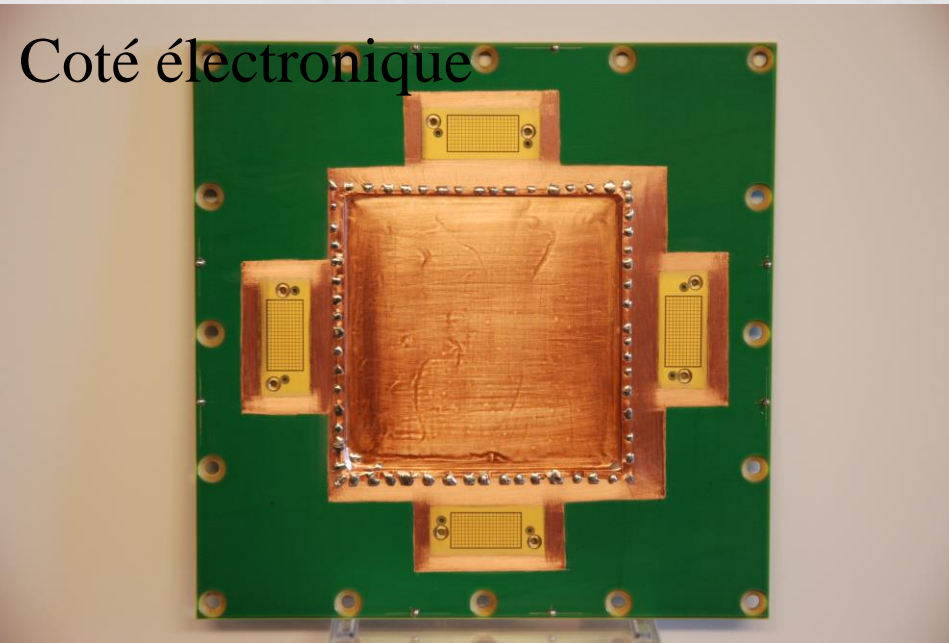
Supprimer les flexibles



- 10x10 cm
- 512 voies
- ASIC V2-V3

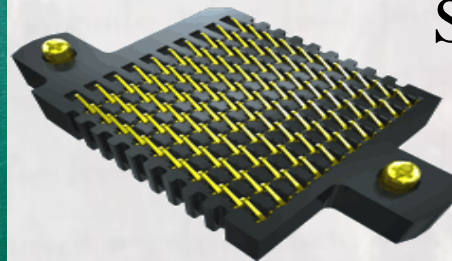
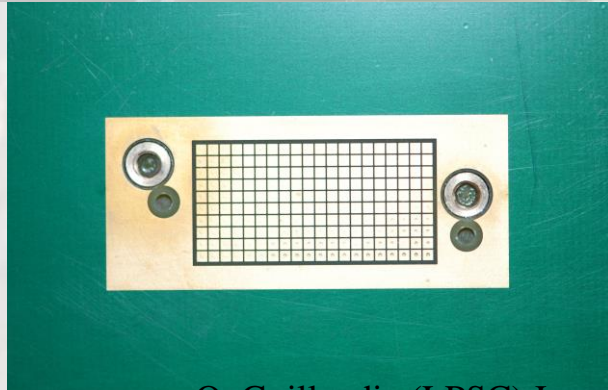
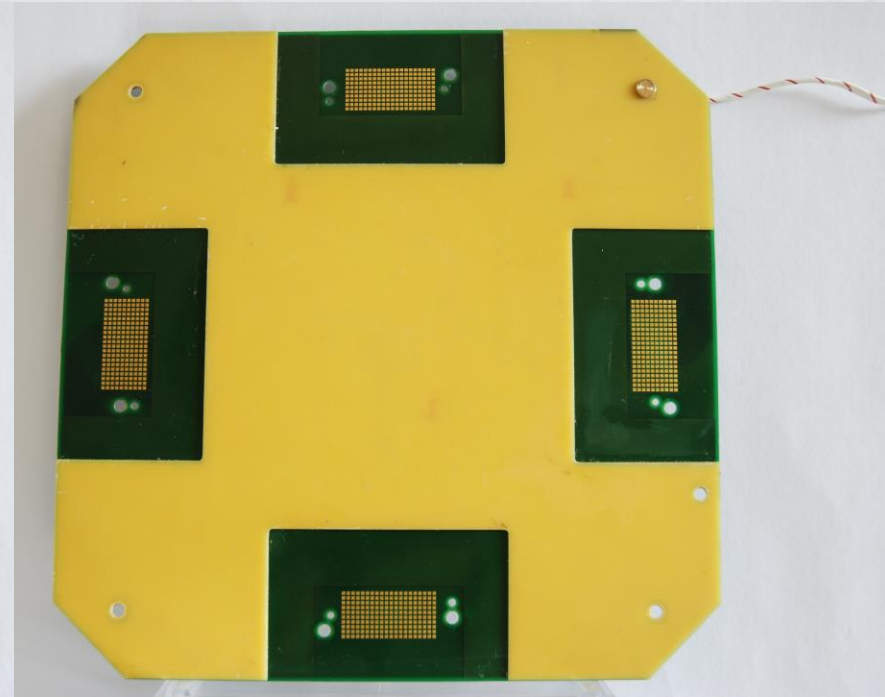
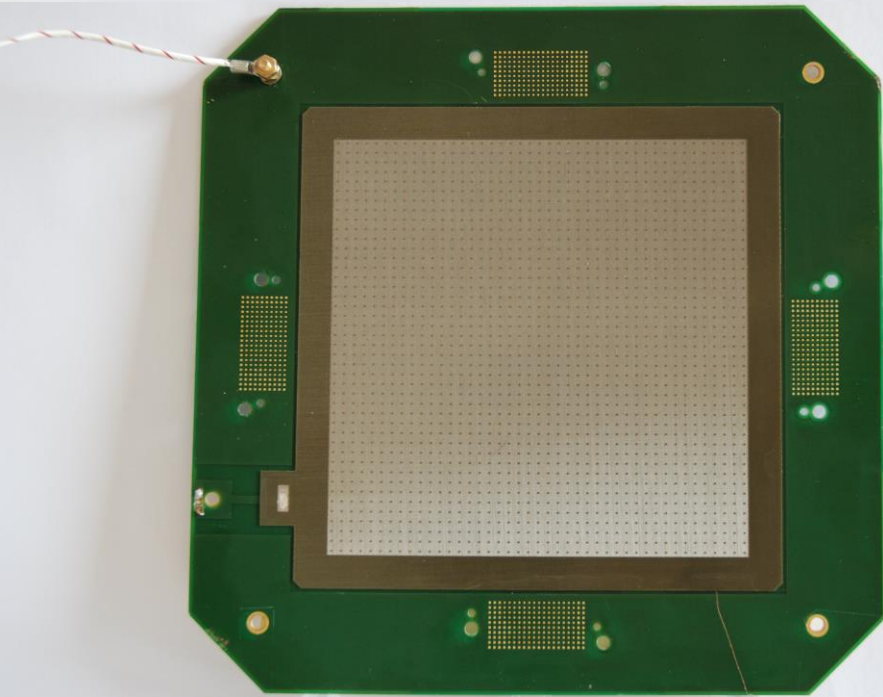
Interface étanche

- PCB 5mm
- 800 via étanches
- 512 voies



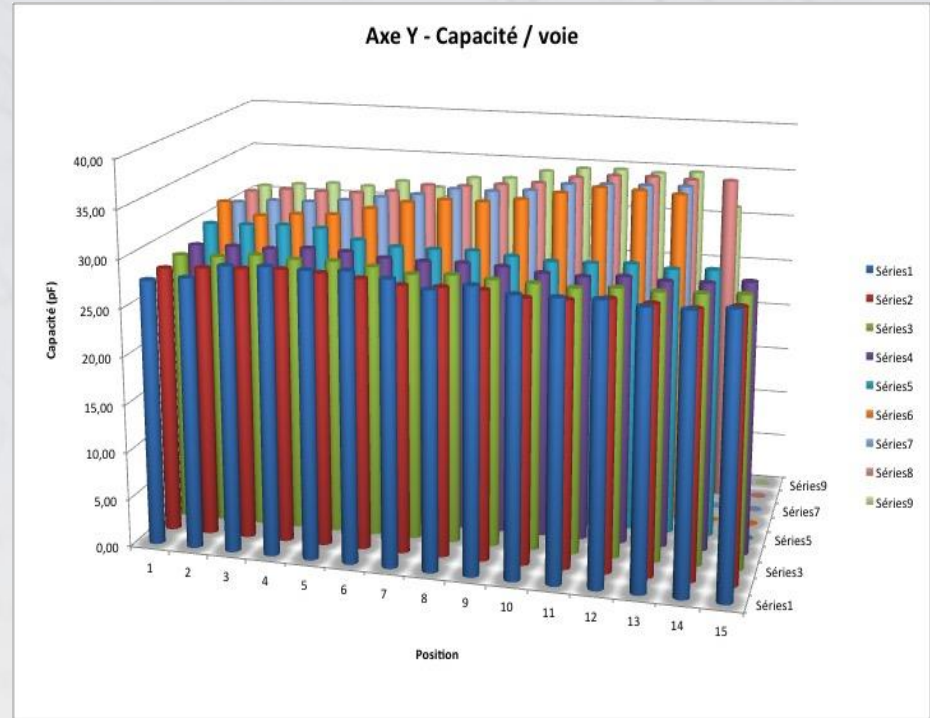
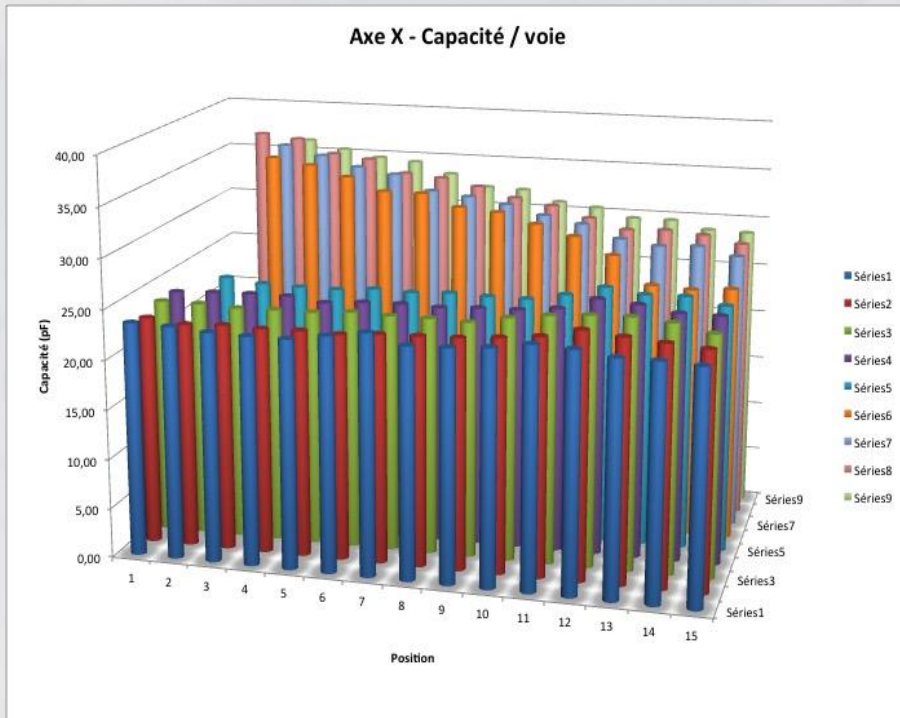
Qualité des empreintes
connecteurs à ressorts

Détecteur Micromegas Bulk



SAMTEC GFZ 200 points

Mesures de capacités / piste

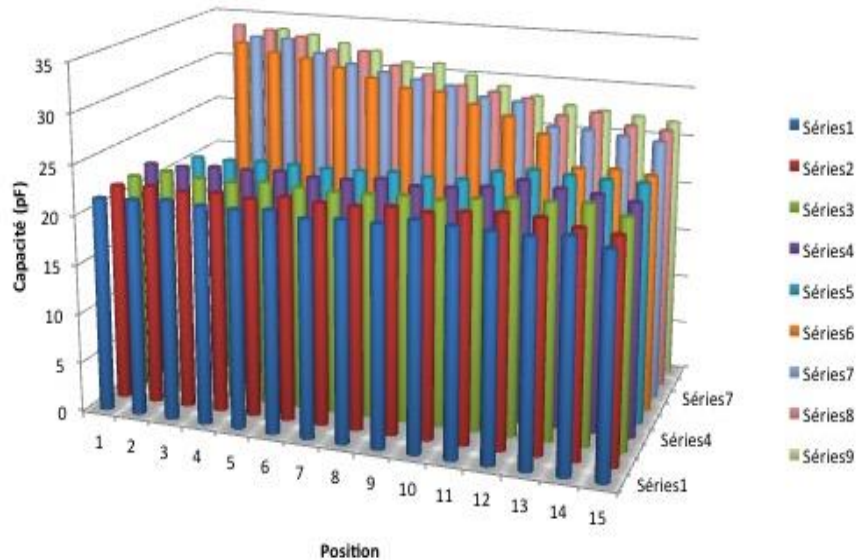


La capacité dépend de la position sur l'empreinte du connecteur
Moyenne

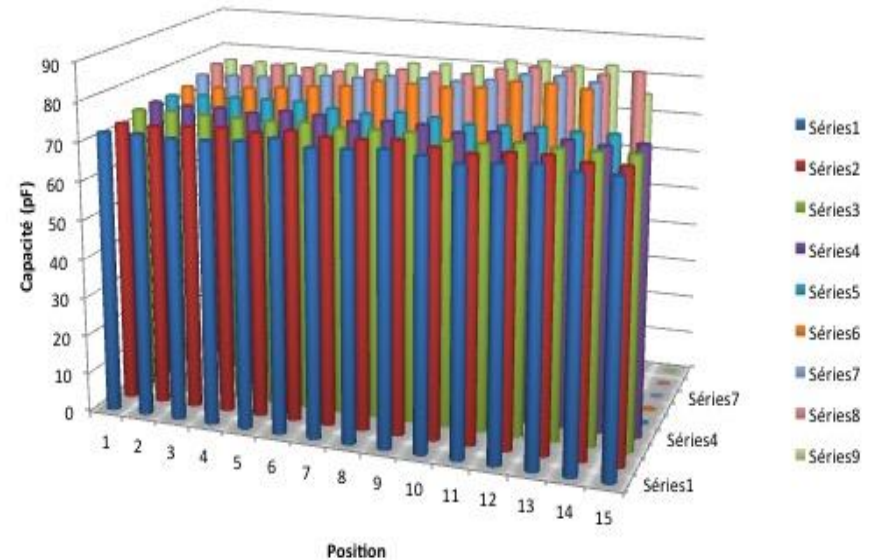
- axe X : 27,5 pF / voie
- axe Y : 30,5 pF/voie

Mesures de capacités / piste

Axe X - Capacité /voie



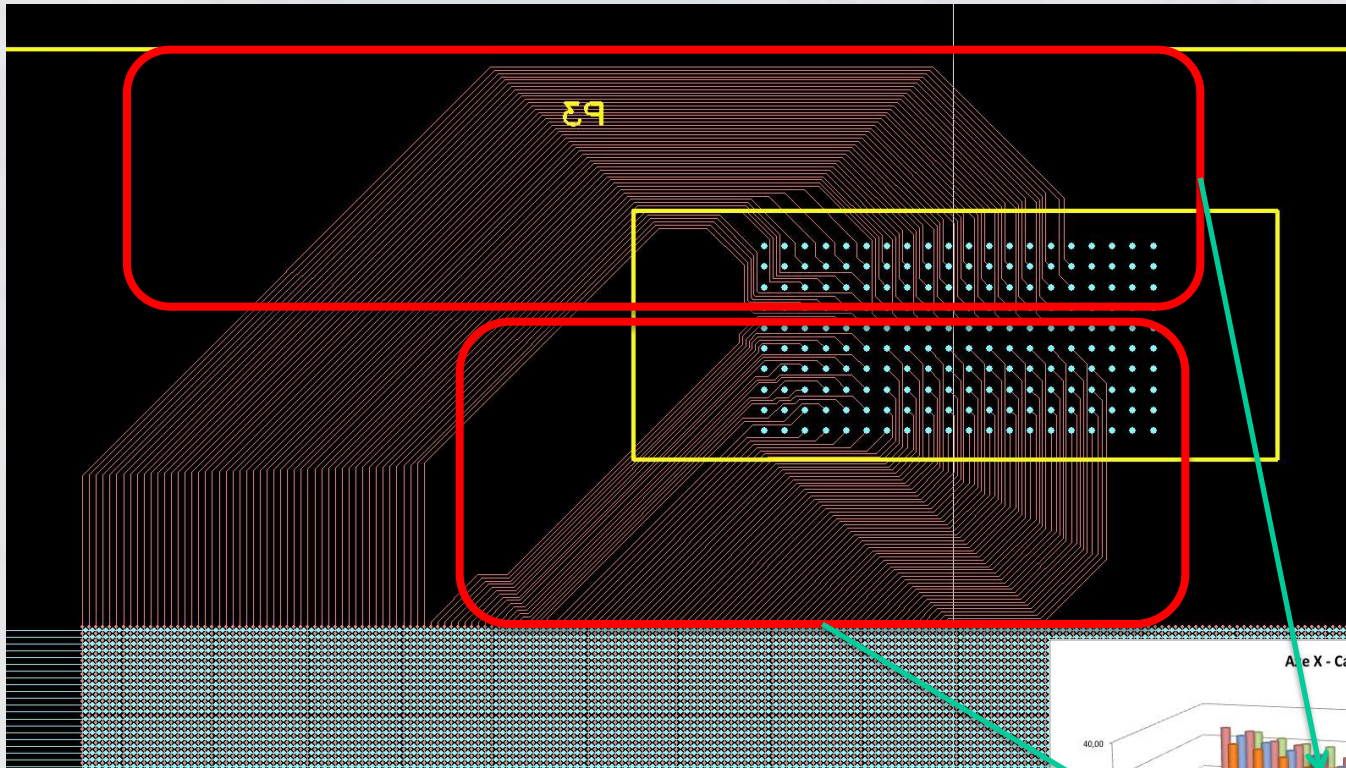
Axe Y - Capacité /voie



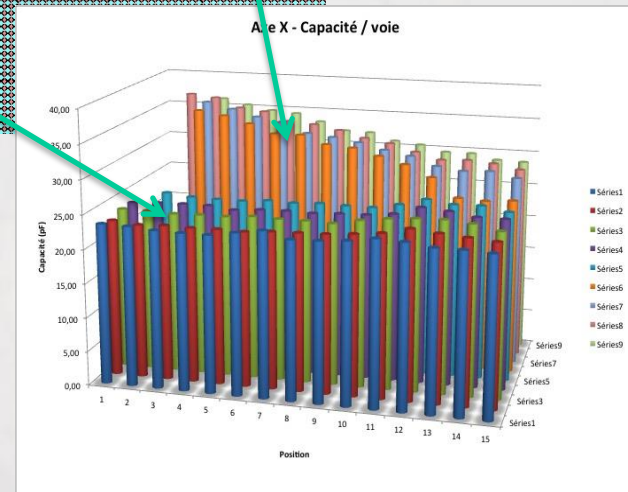
La capacité dépend de l'empilement des couches du PCB

- axe X : 25,8 pF / voie
- **axe Y : 75,7 pF/voie !!! → Empilement des couches du PCB**

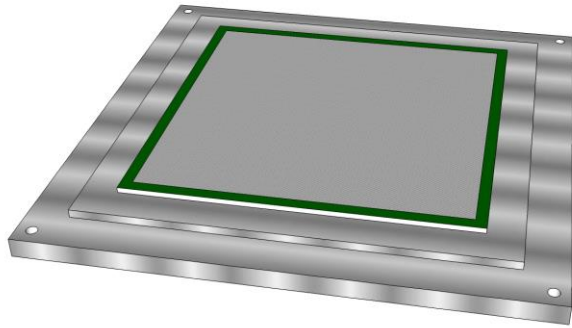
Routage PCB



Effet du routage sur la capacité
vue par l'électronique



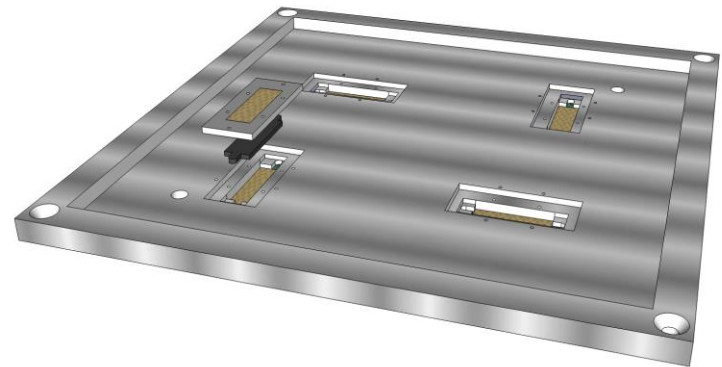
Micromegas 200x200 mm



- Micromegas collée sur interface
- Etanchéité par collage
- 1024 voies

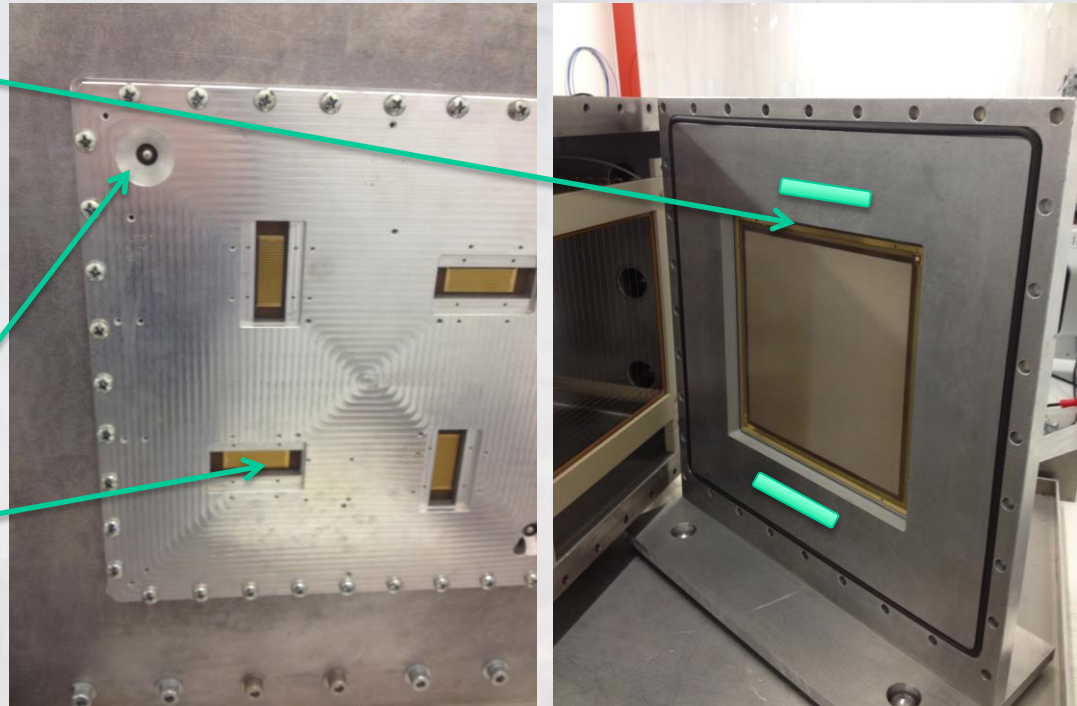
PCB Micromegas

- Pas des piste (pixels) $425 \mu\text{m}$
- Pixels : $200 \mu\text{m}$
- $>260\,000$ vias borgnes_(100 μm) !!!



Micromegas 200x200 mm (1024 voies)

- Diminution de la zone morte
- PCB Micromegas collé sur interface Al
- PAC intégrés sur la carte (pas de cable)
- Passage HT grille directement sur l'interface
- 4 connecteur 300 points GFZ (face arrière)



Conclusion

- Connectique à ressort fonctionnel (GFZ, FSI...)
 - très compact
 - En test depuis 3 ans au LSM (démontage aisé)
 - ~10 protos Micromegas

PCB Micromegas

- Limite technique (260 000 vias)
- Qualité très dépendante du fournisseur.