

Détecteurs de type MPGD pour la TPC à argon liquide double phase de WA105

Apéro du SPP du 30/01/2014

E. Mazzucato

Plan de l'exposé

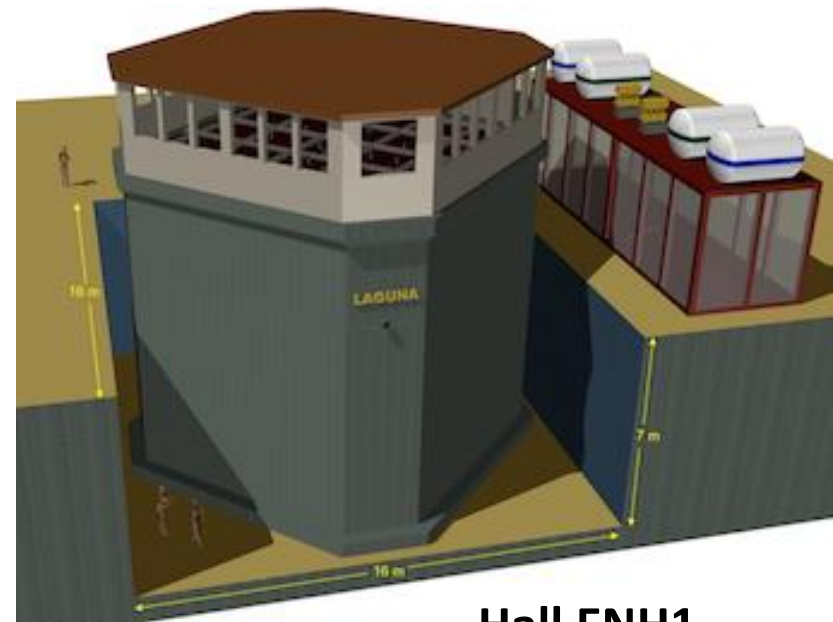
- **Le projet WA105**
- **Le démonstrateur DLAr**
- **Le prototype $3\times 1\times 1\text{m}^3$**
- **Détecteurs LEM**
- **Et MicroMegas?**
- **Conclusion**

Le projet WA105 au CERN

CERN-SPSC-2014-013; SPSC-TDR-004 (2014)

10 pays, 22 instituts et 120 membres

- Réalisation et opération de démonstrateurs de grande taille au CERN (plateforme R&D neutrino) :
 - TPC à argon liquide en mode diphasique (DLAr) de 300t
 - Détecteur en fer magnétisé MIND500
- Démontrer l'évolutivité vers des détecteurs souterrains de très grande masse (20-50kt) de type **GLACIER (Laguva-LBNO)** pour les programmes futurs de ν en Europe/U.S.A.
 - Violation de CP, hiérarchie de masse, astrophysique du ν , etc...
- Apport de concepts innovants pour la réalisation des détecteurs en partenariat avec l'industrie.



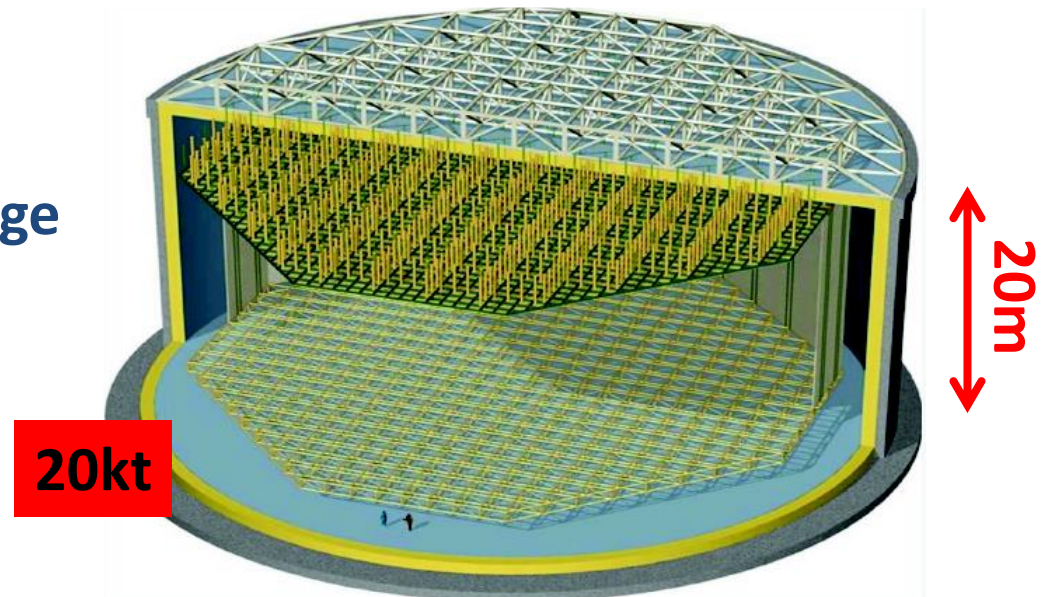
Hall ENH1

Laguna-LBNO (2008-2014)

arXiv: 1409.4405; arXiv:1412.0593

- « Design Study » financé par l'Union Européenne (FP7).
- Conception d'un détecteur souterrain DLA_r pour l'étude des oscillations de ν dites « long baseline » en Europe + la recherche de la désintégration du proton et l'astrophysique des ν .
- Solutions technologiques pour des détecteurs de 20-50kt.

**Giant Liquid Argon Charge
Imaging Experiment**



Contexte actuel

- Fin des travaux du consortium Laguva-LBNO en 2014.
- En accord avec la Stratégie Européenne et avec les recommandations de APPEC et de P5, la collaboration Laguva-LBNO se concentre désormais sur le projet WA105 au CERN et une collaboration avec le projet LBNF (U.S.A.).

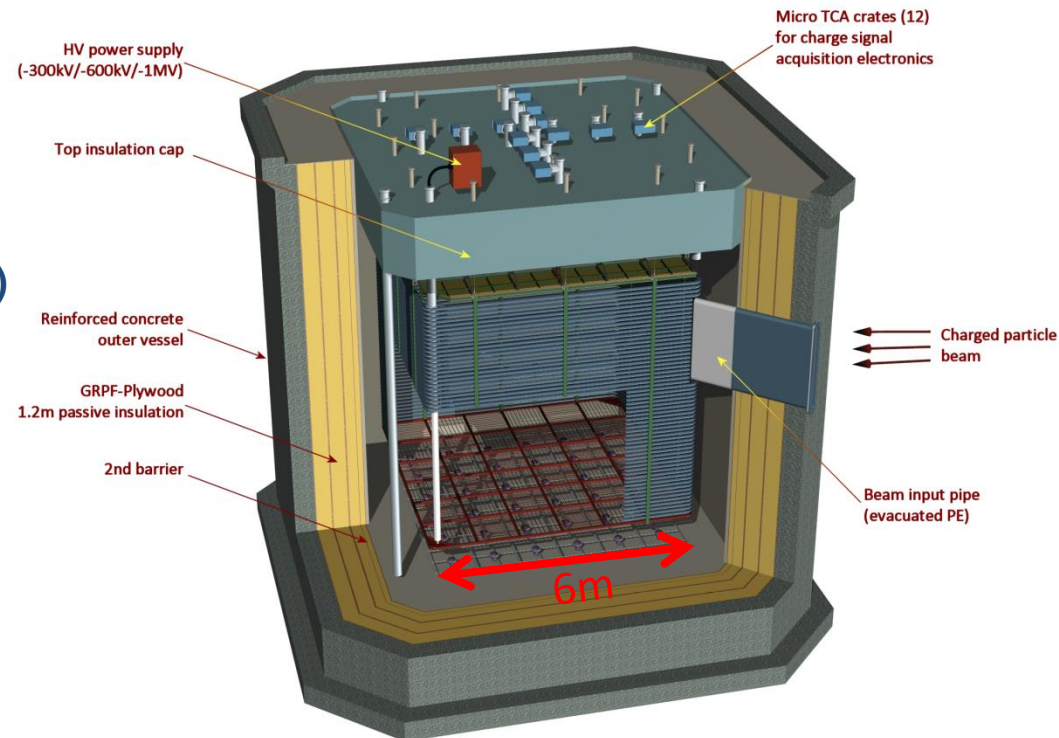
LBNF :

- Projet d'expérience "long baseline" FNAL → Homestake (1300 km) soutenu par la direction du FNAL et le DOE.
- LOI vient d'être soumis au PAC de FNAL.
- Upgrade du faisceau (PIP-II) à 1.2MW.
- Détecteur lointain souterrain: TPC LAr de 10kt en 2021, puis 40kt.

Le démonstrateur DLAr

- TPC à argon liquide double phase
⇒ *amplification de la charge avec gain réglable!*
- Volume fiduciel de $6 \times 6 \times 6 \text{m}^3$ (300t)
- Anode de lecture de $6 \times 6 \text{m}^2$ avec 7680 canaux de lecture
- 6m de dérive max. (3ms @ 1kV/cm)
- HT: 300 – 600kV
- Pureté: < 100ppt O₂
- Enceinte à membrane GTT® et isolation thermique passive
- 36 photo-multiplicateurs
- Toit avec isolation et cheminées
- Passage du faisceau chargé

~1/20 de la surface de
détection de GLACIER 20kt



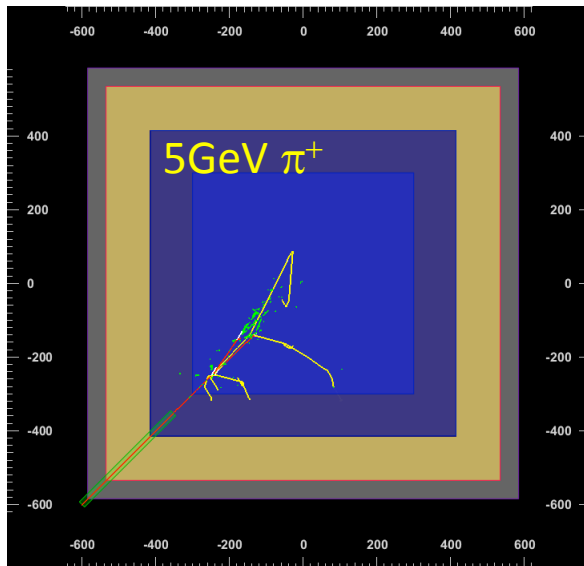
Hall ENH1

Performances du DLAr

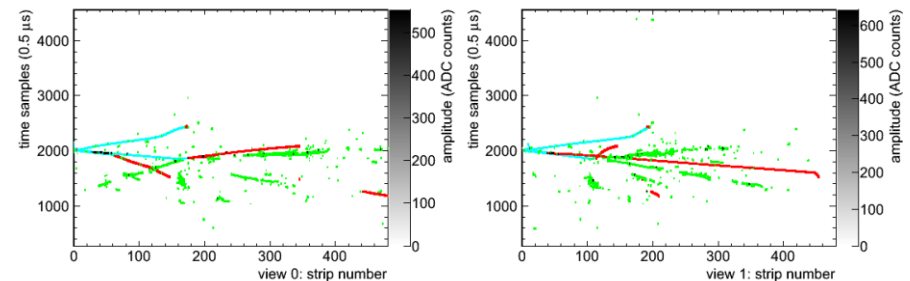
- Calorimètre homogène avec une granularité fine de $\sim 3 \times 3 \text{mm}^2$
- Contient totalement les gerbes de pions jusqu'à plus de 10 GeV
- Calorimétrie avec particules chargées (e, μ, π, p) de 0.5 à 20 GeV/c
E-flow, e/π , dE/dx , ré-interactions hadroniques
- Reconstruction de traces

\Rightarrow *Important pour la reconstruction de l'énergie du neutrino*

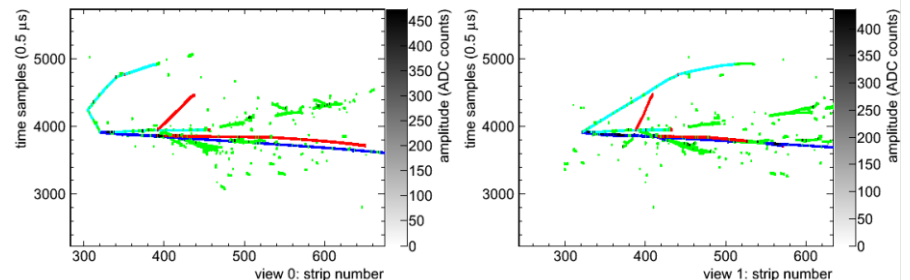
Intéactions de π^\pm similaires à celles de ν



π^+

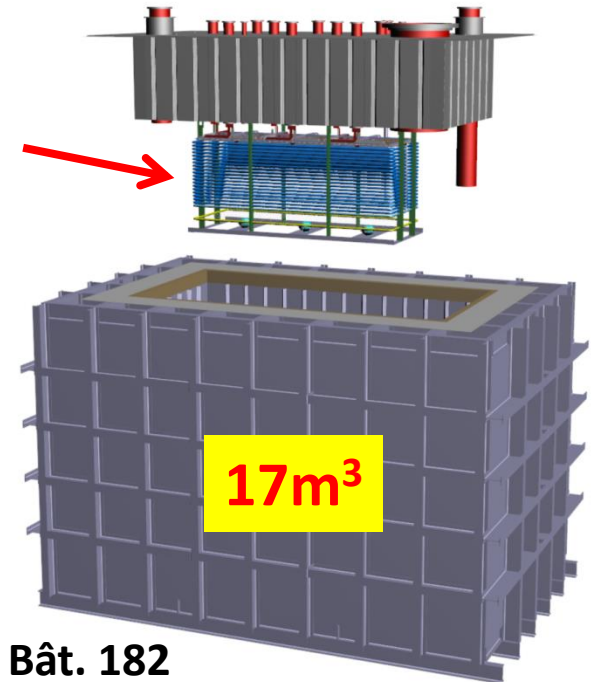


ν_μ



Quelques dates jalon

- Réalisation du démonstrateur DLAr pour la mi-2018 et démarrage des tests en faisceau avec des particules chargées.
- Travaux d'extension du hall EHN1 (Bât. 887) à Prévessin en cours.
- Construction en 2015 d'un prototype de taille réduite de **3m³** pour le test et l'optimisation des choix techniques pour le démonstrateur de 300t :
 - Réservoir LAr
 - Isolation thermique
 - Cryogénie et purification
 - Collection de charge
 - Cheminées et passages étanches
 - Electronique



Le prototype 3x1x1m³

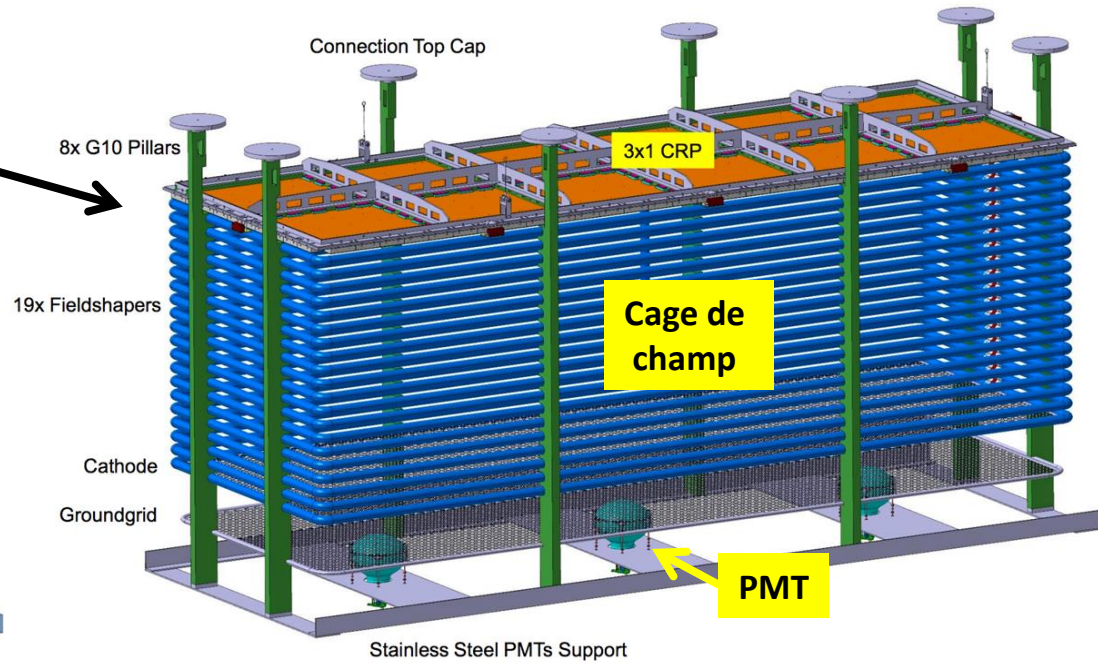
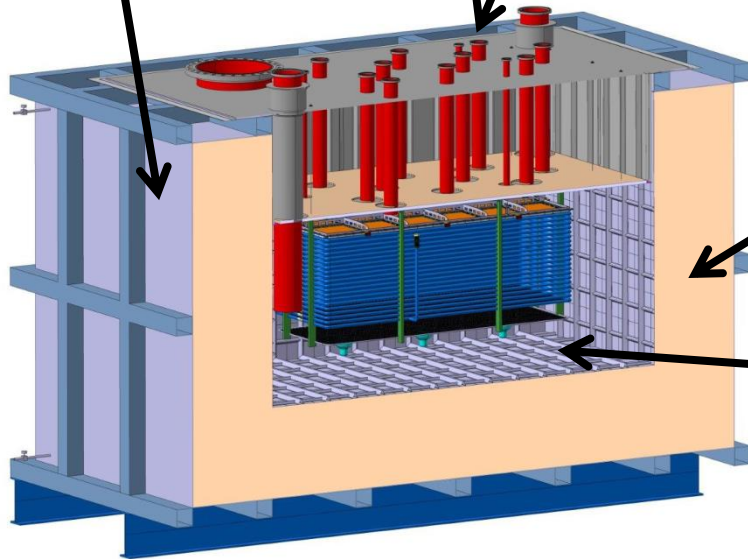
Détecteur

Structure
externe

Cheminées

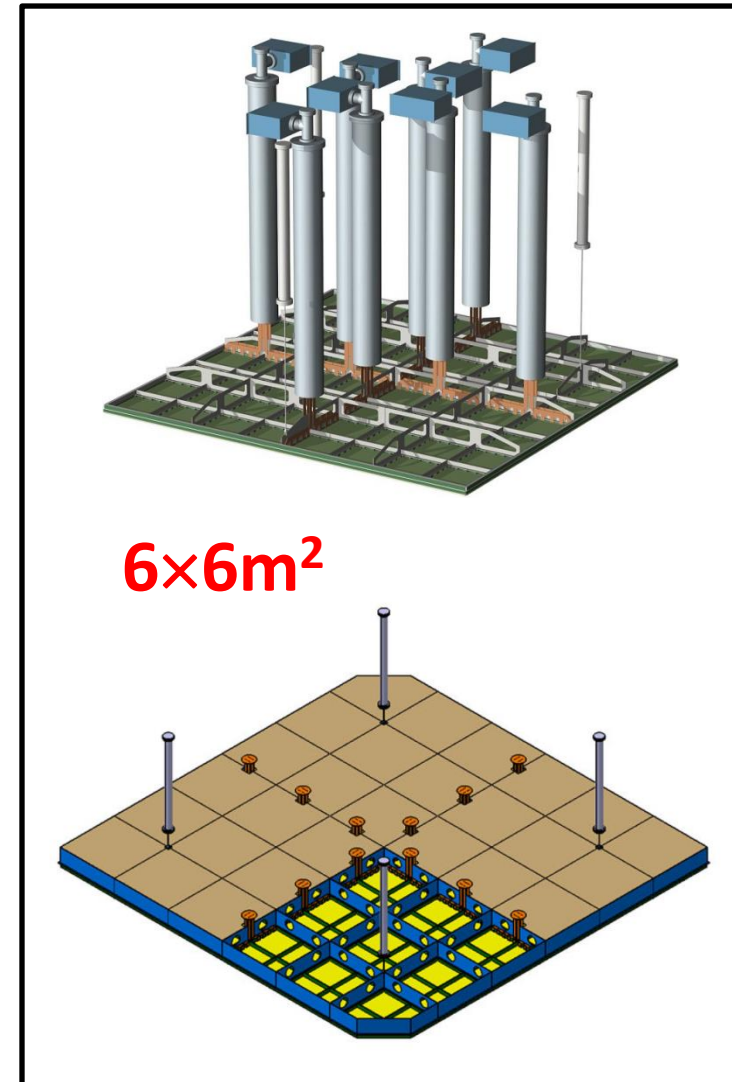
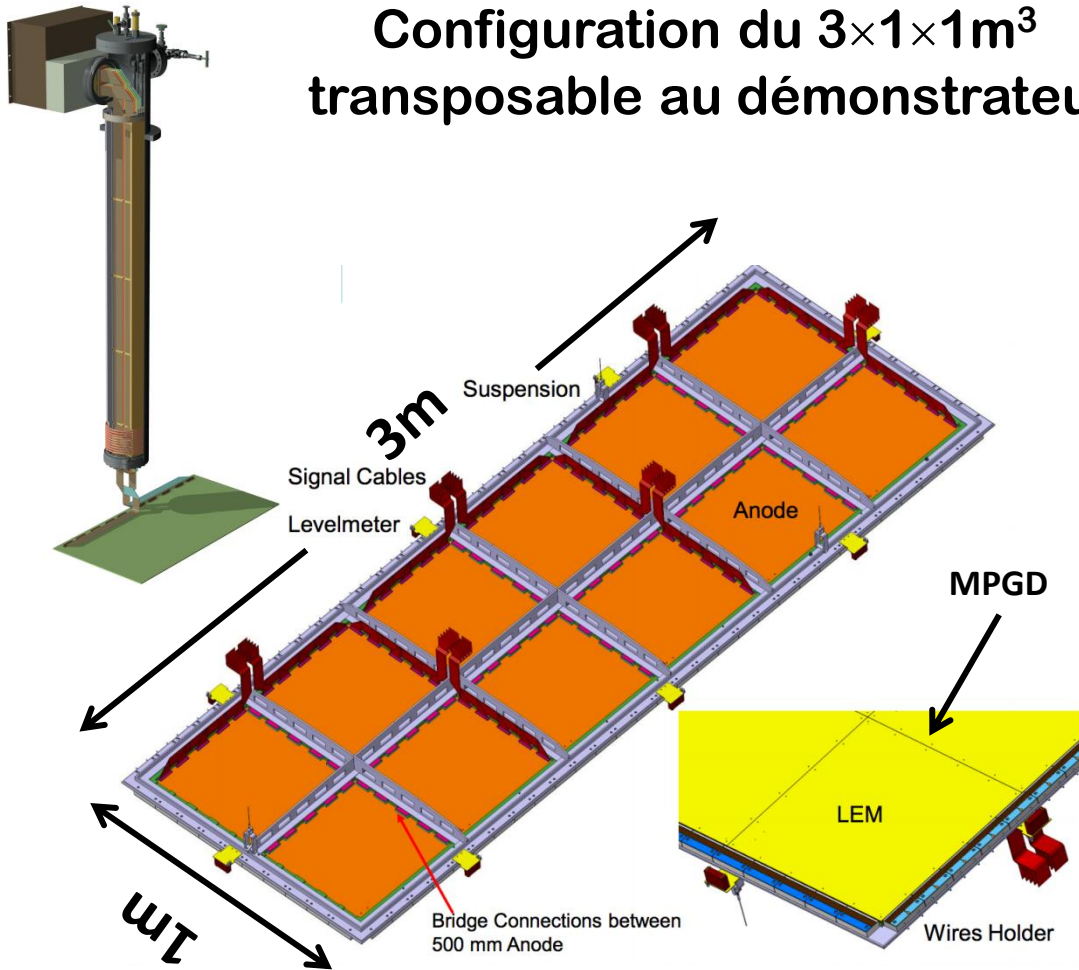
Isolation

Membrane Inox



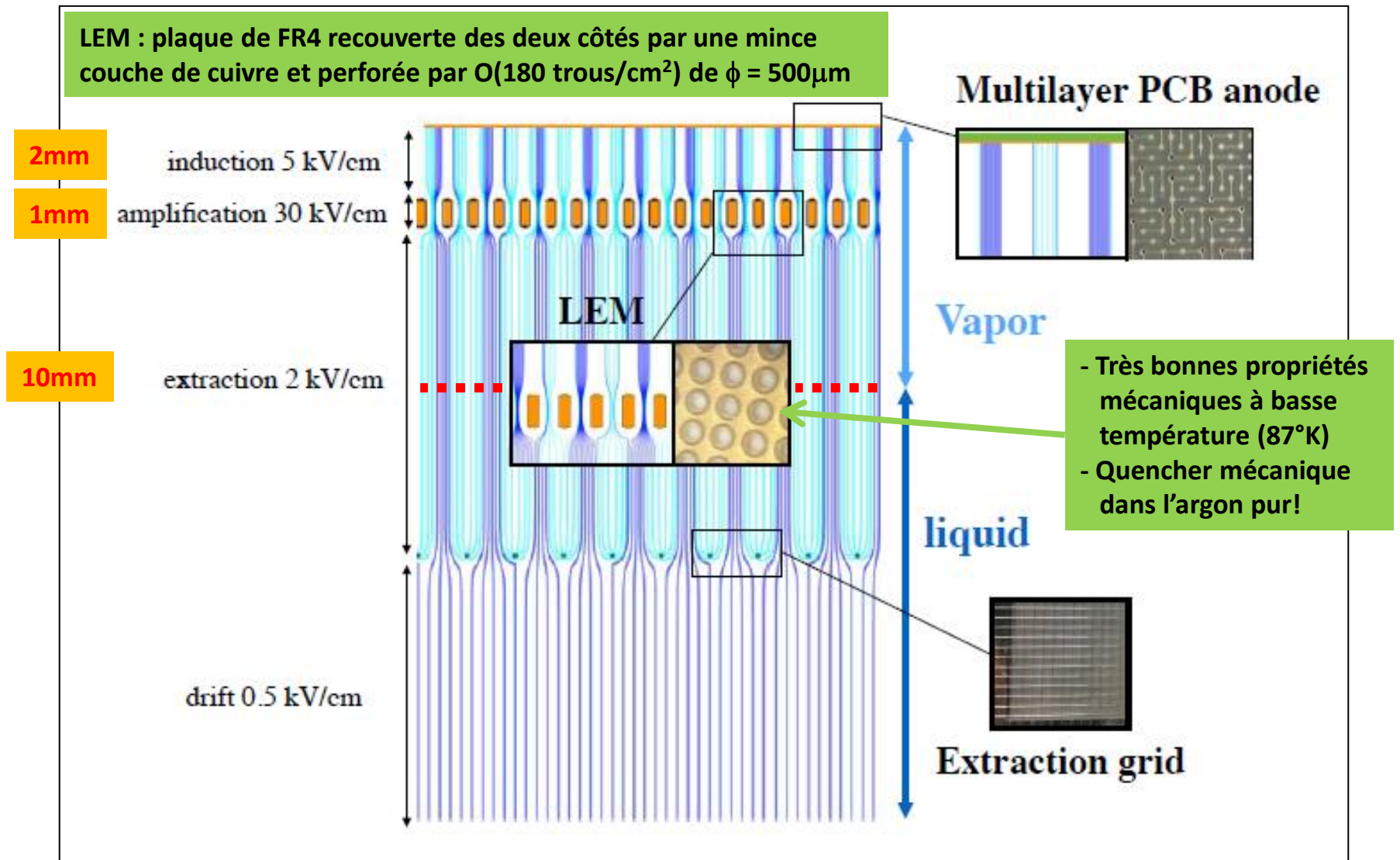
CRP : Charge Readout Plane

Configuration du $3 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$
transposable au démonstrateur



Détecteurs LEM

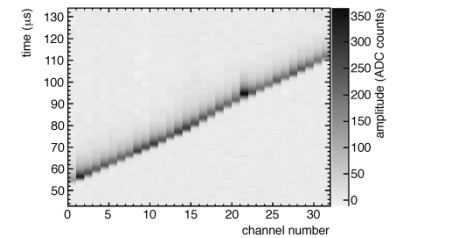
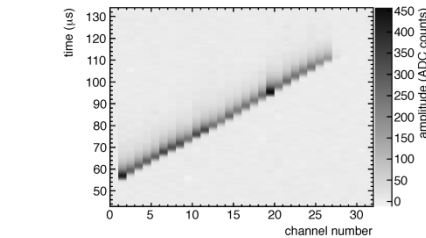
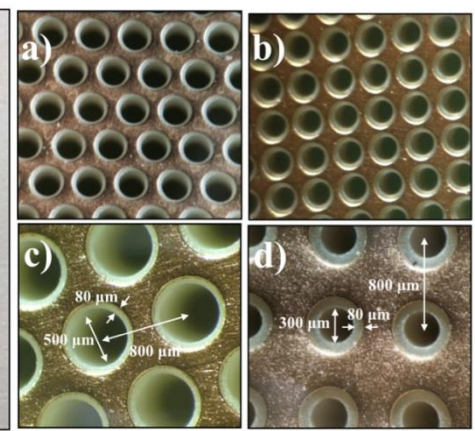
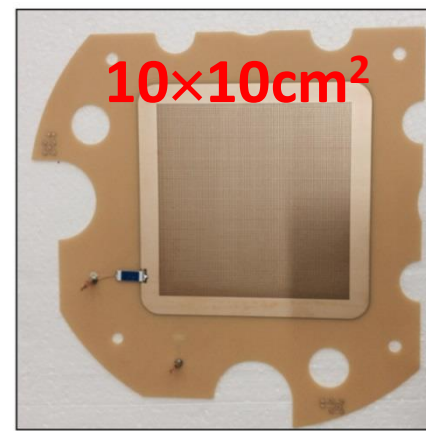
LEM : Large Electron Multipliers



Prototypes DLAr

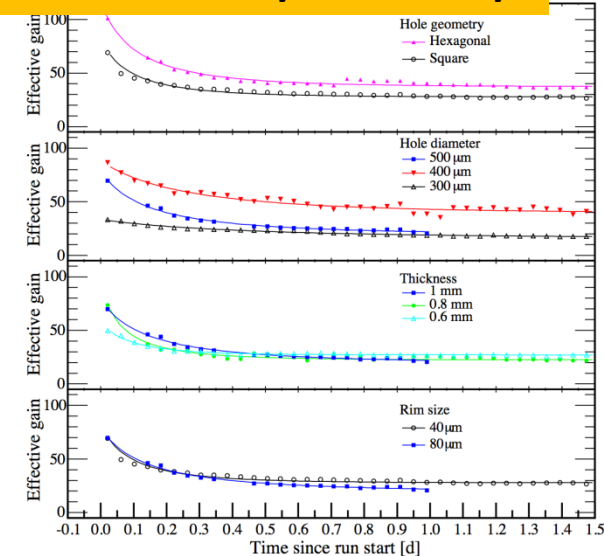
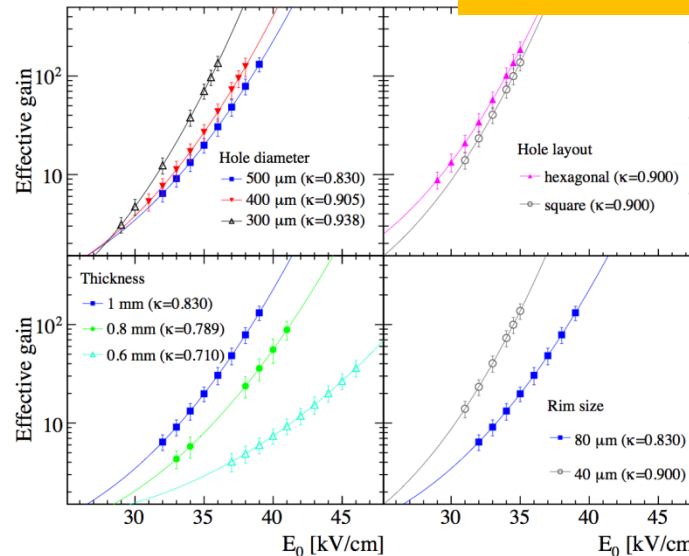
Etude par le groupe de ETHZ dans une TPC DLAr de 3 litres au CERN:

- épaisseur de LEM
- diamètre et disposition des trous
- taille de l'anneau autour des trous
- gain maximum
- évolution temporelle du gain

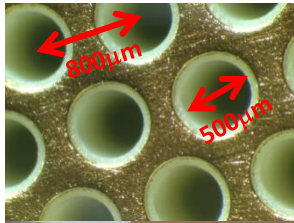


C. Cantini et al., arXiv:1412.4402

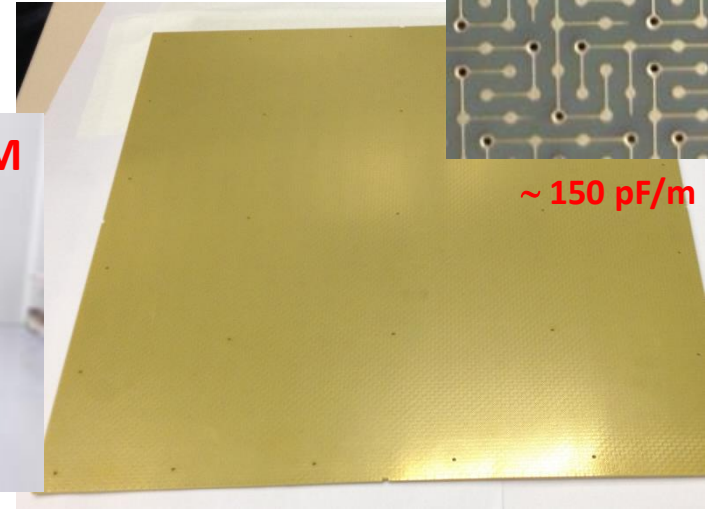
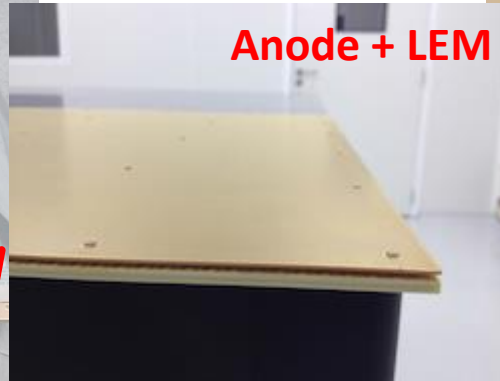
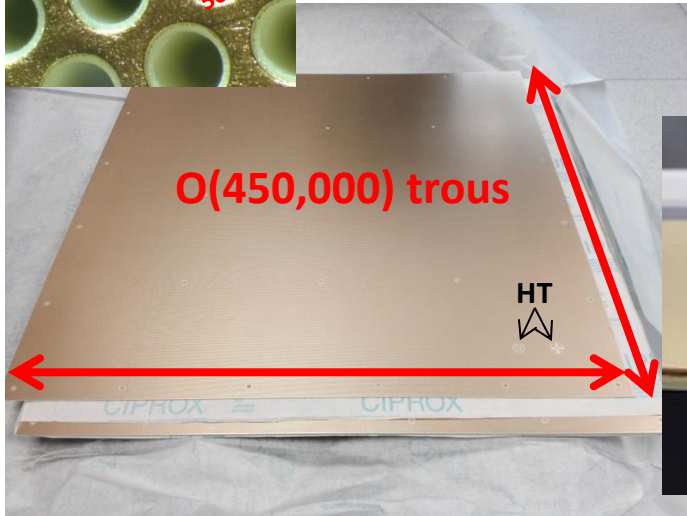
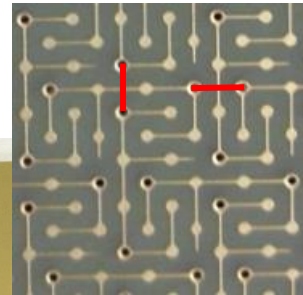
Gain max ~ 150 et S/B ~ 800 pour un mip



LEM et anode de 50×50cm²



Lecture 2D



L'extrapolation à des grandes surfaces de détection pose de nombreux défis techniques :

- Précision mécanique (e.g. planéité de $\pm 1\text{mm}$ sur 3m^2)
- Nettoyage, cuisson, manutention
- Calibration, uniformité et stabilité du gain

Collaboration ETHZ-IRFU-CERN (R.de Oliveira)

	distance [mm]	tolerance [mm]
anode-LEM	2	0.1
LEM thickness	1	0.01
LEM-grid	10	0.5
LEM-LAr	5 (from grid)	0.5
x-y position of the 50 cm ² modules	500	0.1

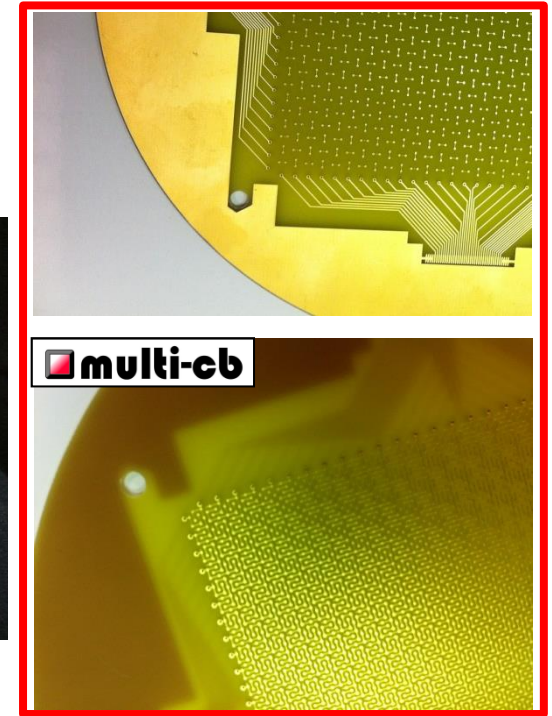
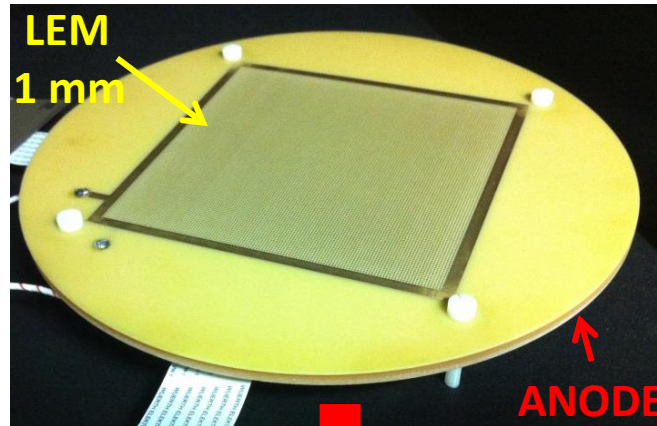
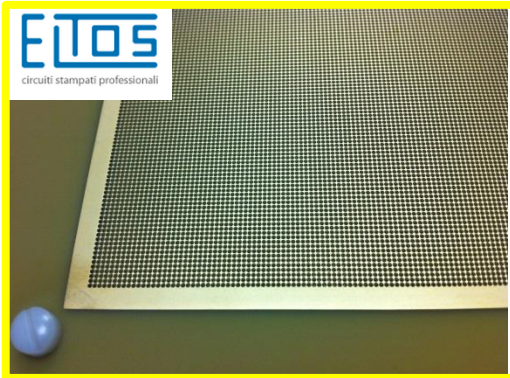
Implication de l'Irfu dans WA105

- **Contribution à la fourniture de la moitié des 144 détecteurs (LEM + ANODE) du démonstrateur DLAr de 300t**
- **Suivi qualité (QA) des LEM et calibration des détecteurs**
- **Reconstruction et analyse**
- **Formation en cours d'une équipe SEDI + SPP +**

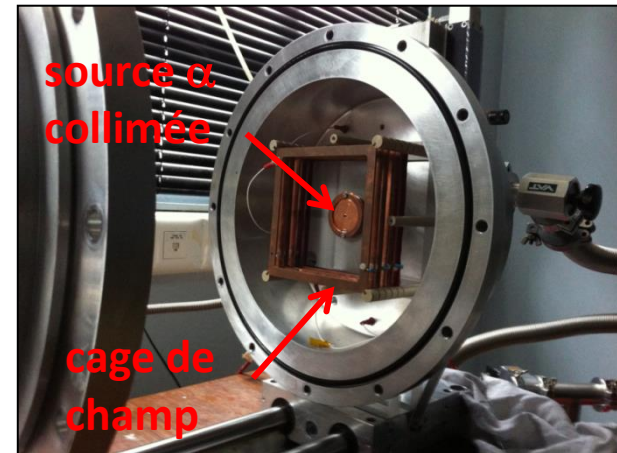
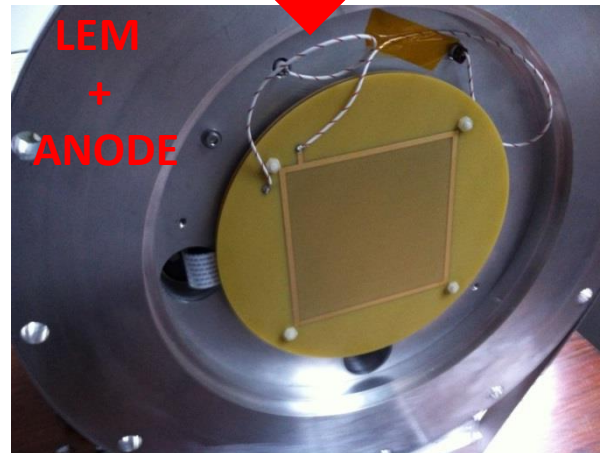
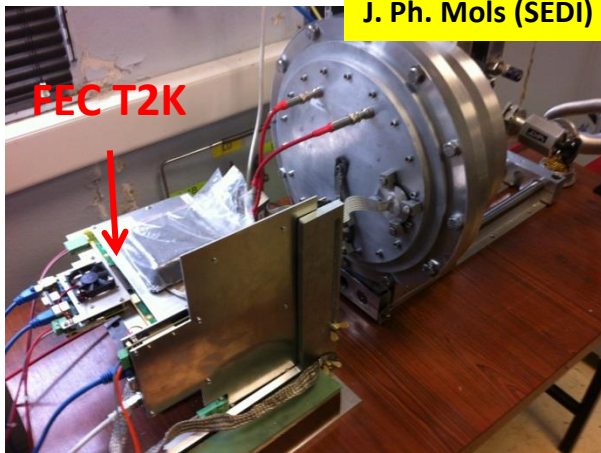
Signature du MOU prévue au printemps 2015

Test de LEM à Saclay

10×10cm²

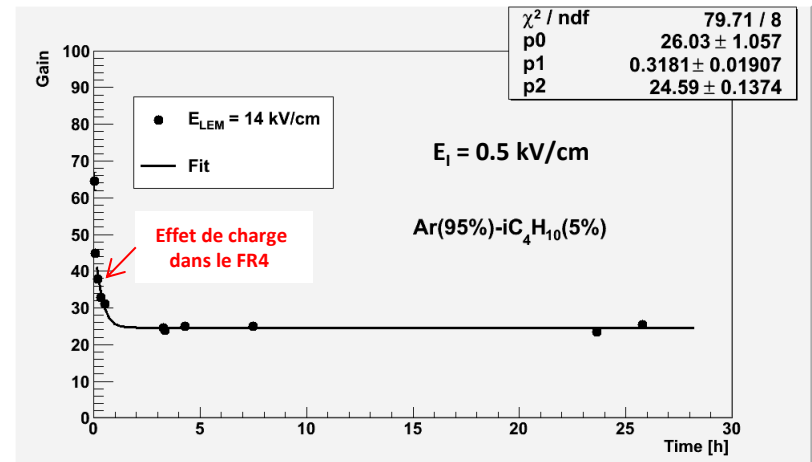
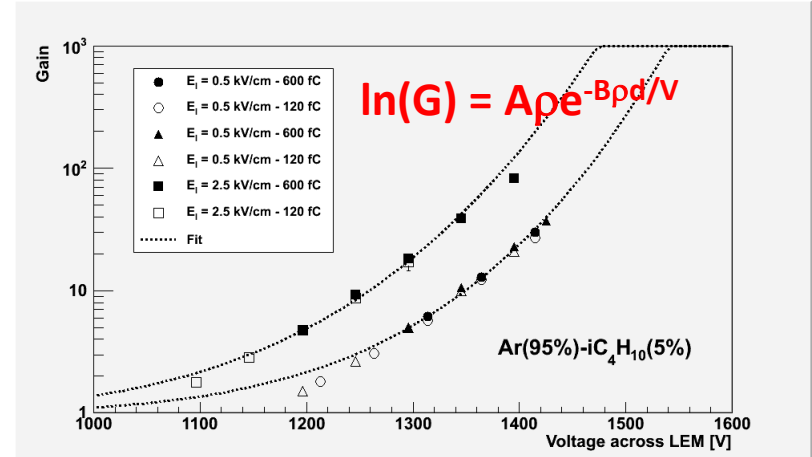
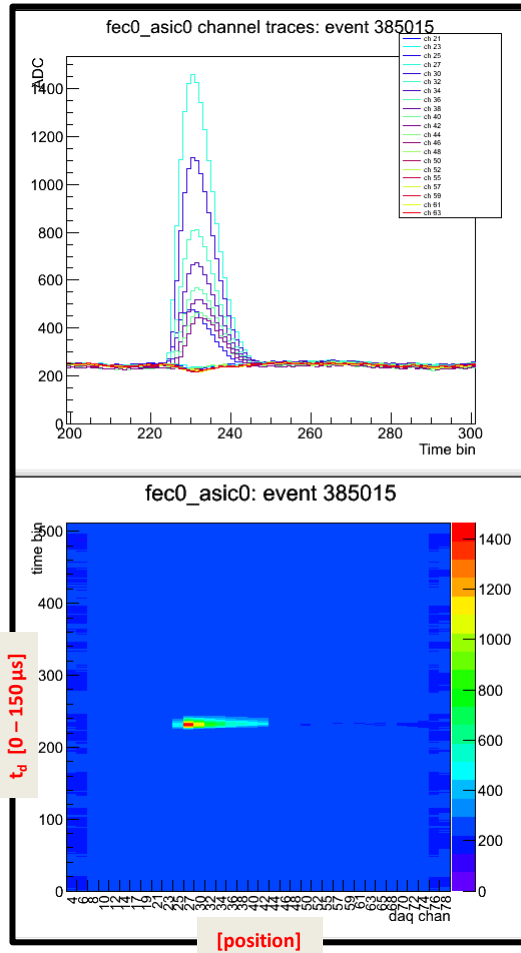
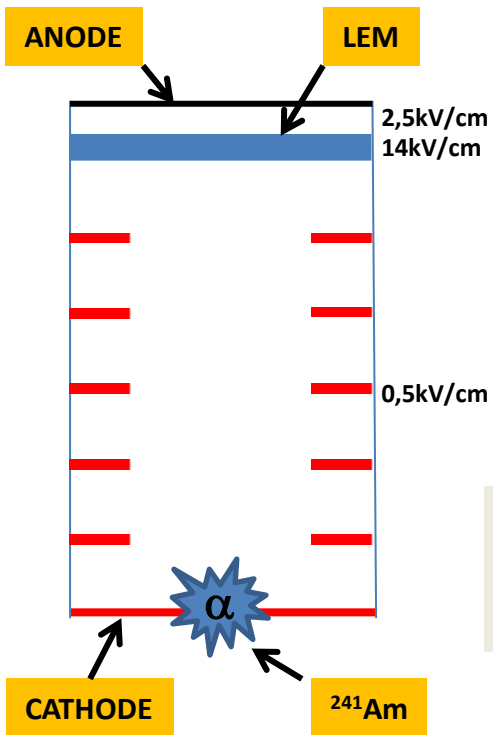


J. Ph. Mols (SEDI)



Test de LEM dans un mélange gazeux

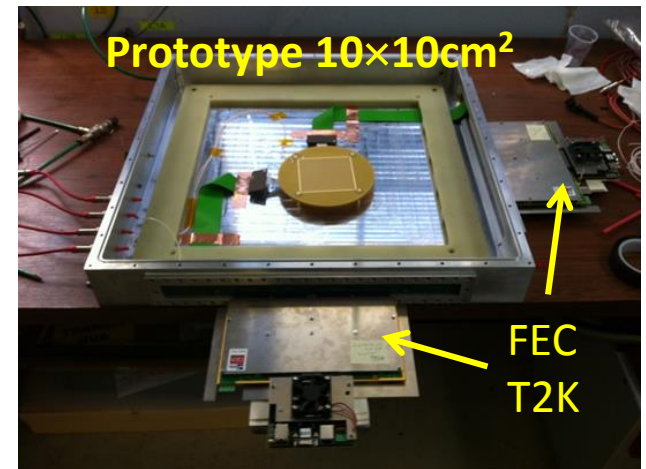
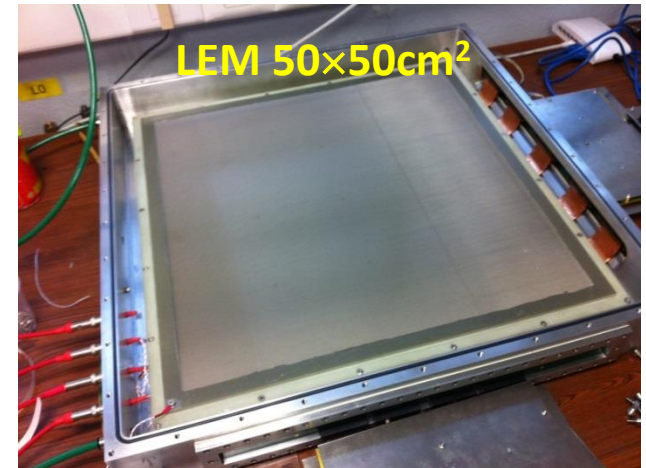
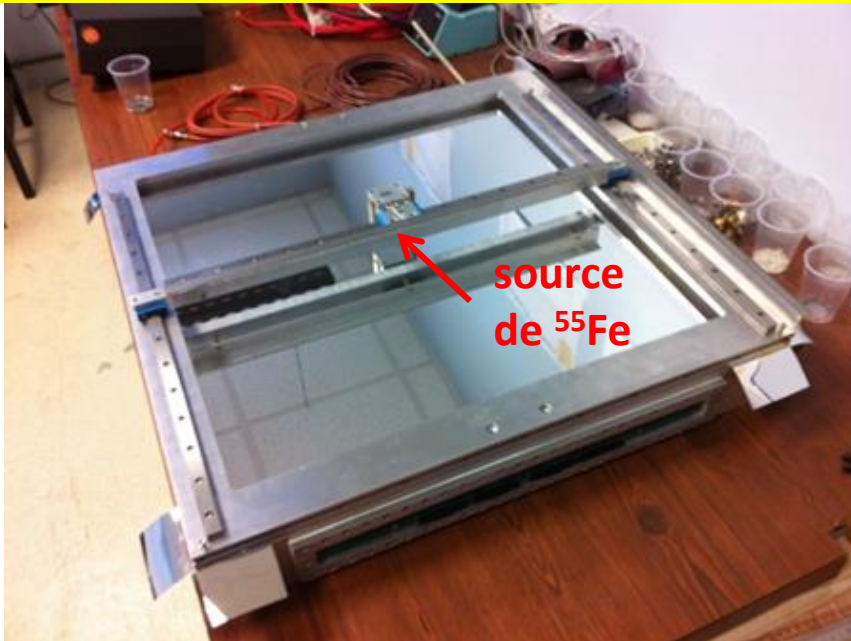
Ar/iC₄H₁₀ (95%/5%)



Calibration des détecteurs LEM

- Mélange gazeux e.g. Ar(95%)/iC₄H₁₀(5%)
- Température ambiante
- Source de ⁵⁵Fe

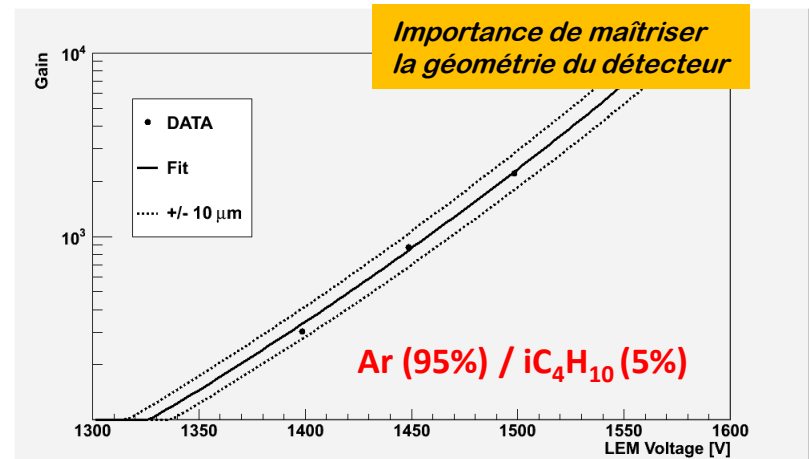
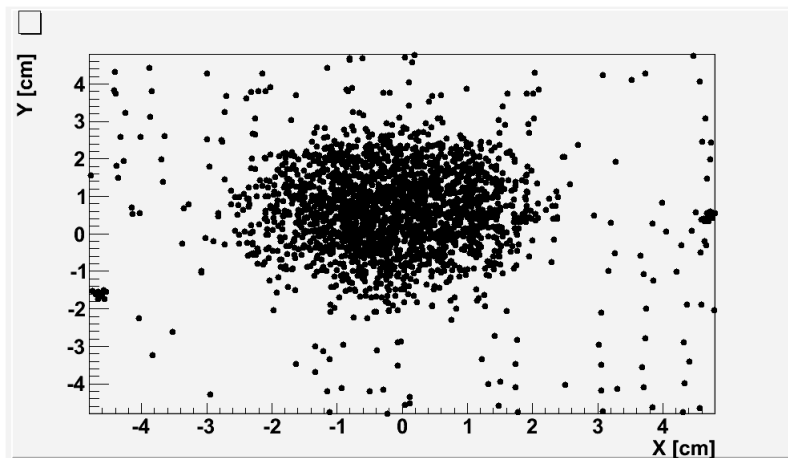
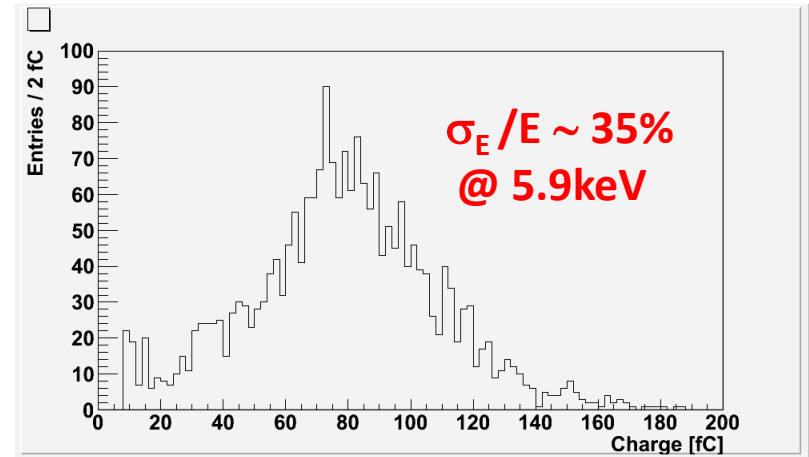
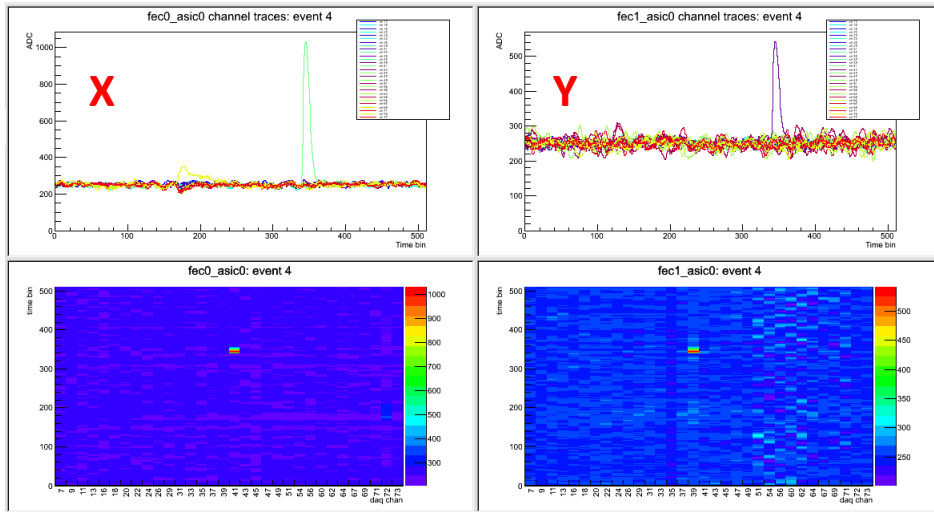
D. Desforge, A. Le Coguie, J. Ph. Mols (SEDI)



Calibration avec source de ^{55}Fe

Prototype $10\times 10\text{cm}^2$

Nov. 2014



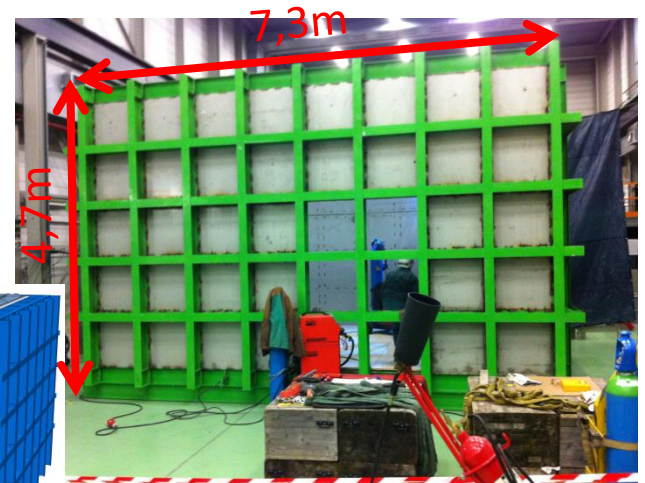
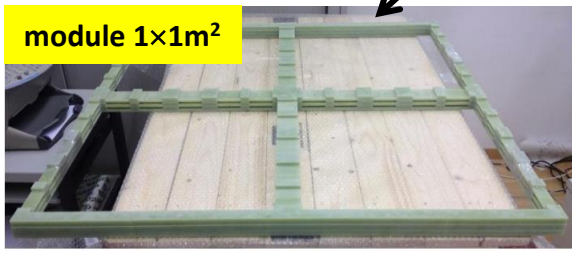
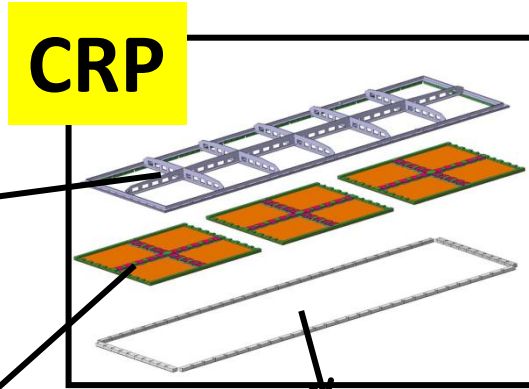
Contrôle Qualité (QA) des LEM

- LEM de grande surface délicat à mettre en oeuvre
- Apprentissage des méthodes de nettoyage et de « cuisson » des détecteurs
- Définition des procédures d'assemblage et conception des outillages de montage
- Production chez ELTOS (Italie) des LEM et anodes pour le prototype $3 \times 1 \times 1 \text{m}^3$ en cours

A. Delbart, J. Ph. Mols (SEDI)

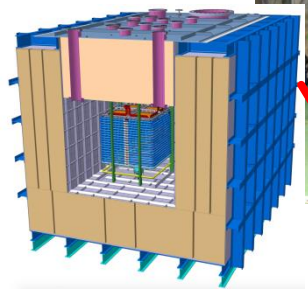


Réalisation du prototype $3 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ au Bât. 182 du CERN



*Travaux de réalisation du prototype
 $3 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ déjà bien avancés!*

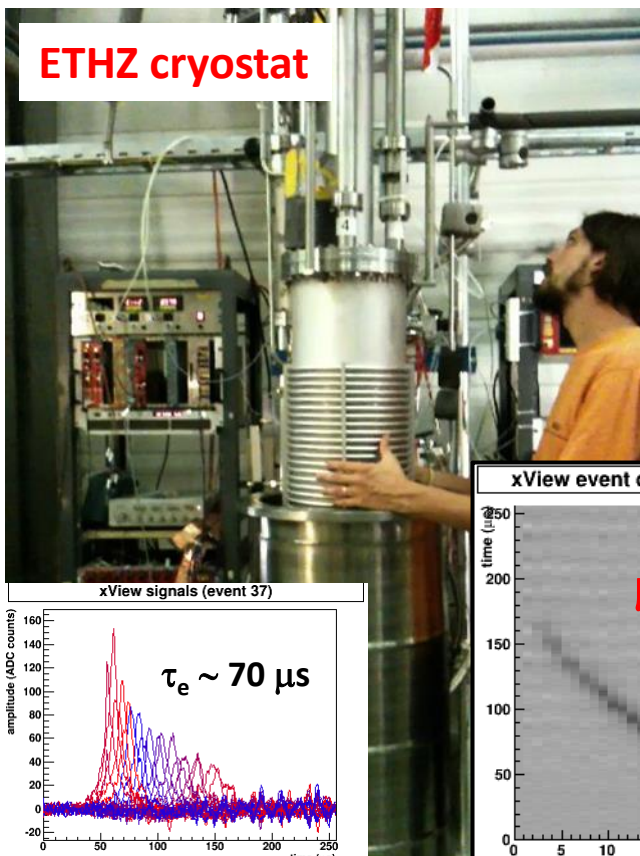
Tests en cosmiques en DLA r dès 2016!



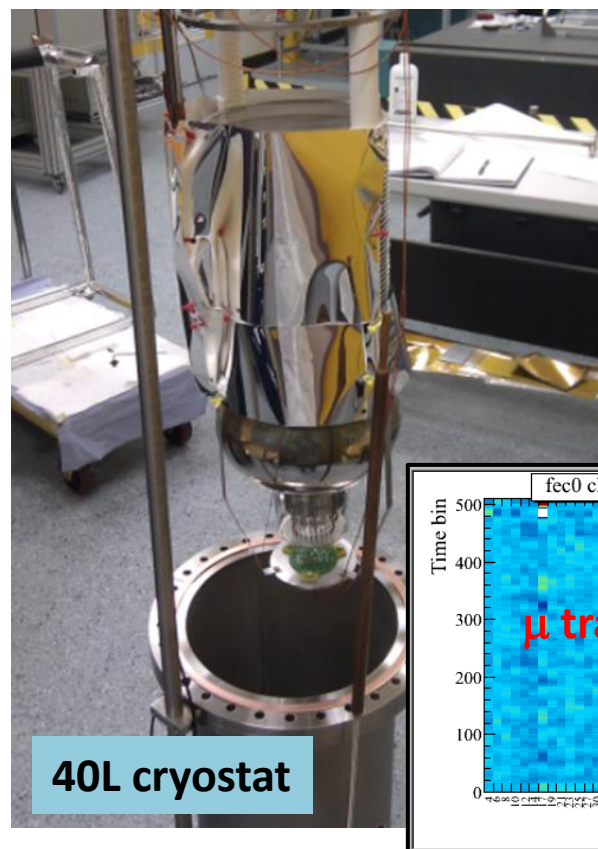
Et MicroMegas?

Détecteurs bulk-MicroMegas (MM) dans une TPC DLAr

Premiers tests au CERN en 2010
avec un prototype MM de 102 μm

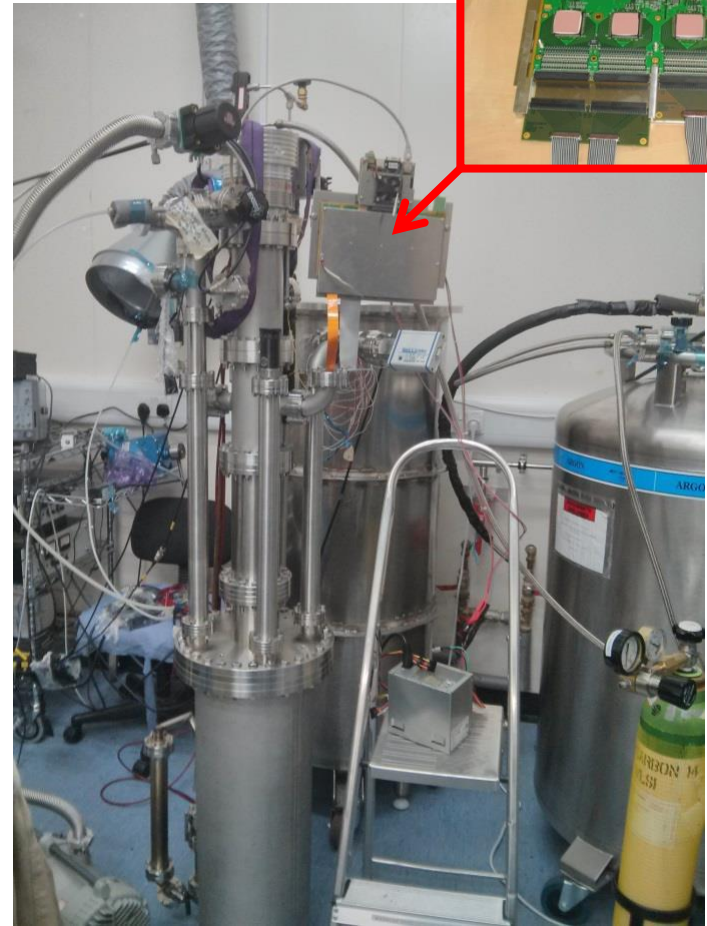
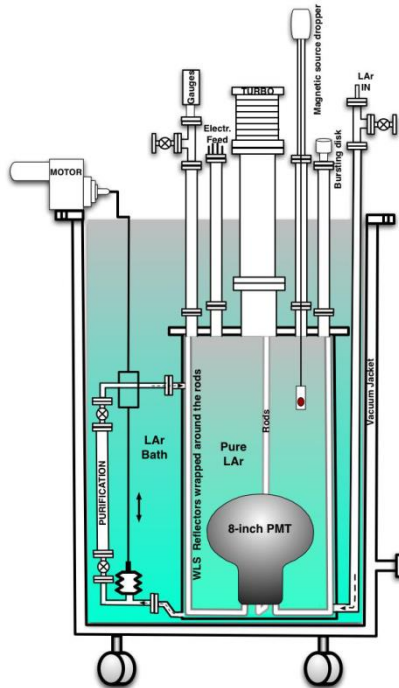
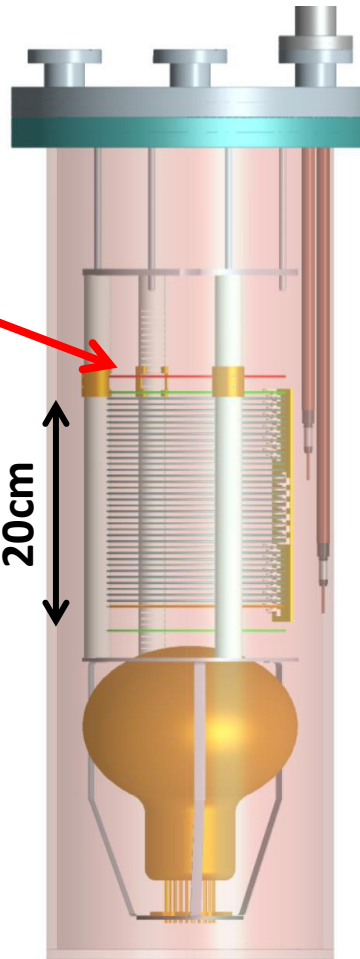
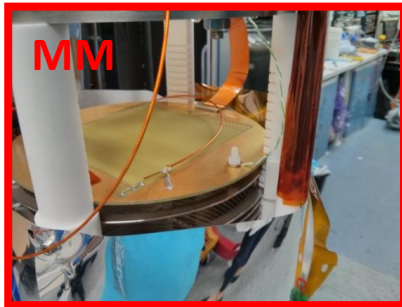


Tests fin 2013 à Liverpool avec des
prototypes MM de 115 μm et 192 μm



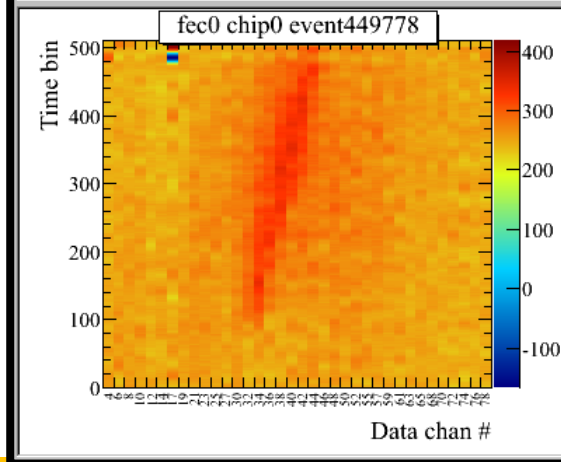
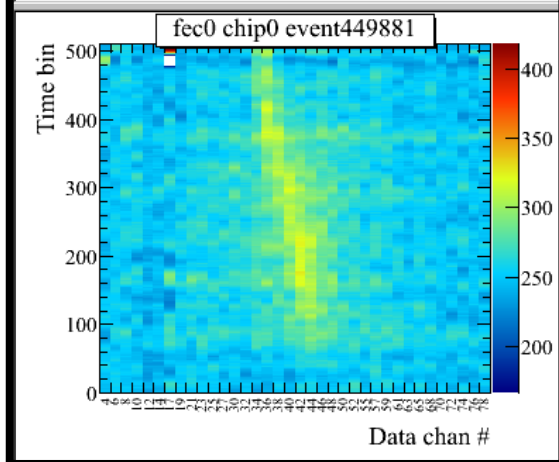
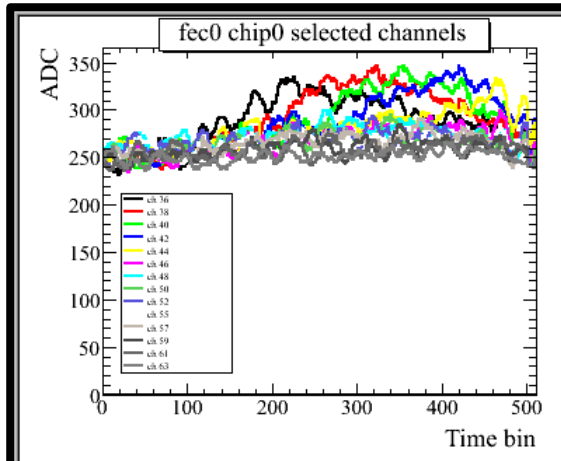
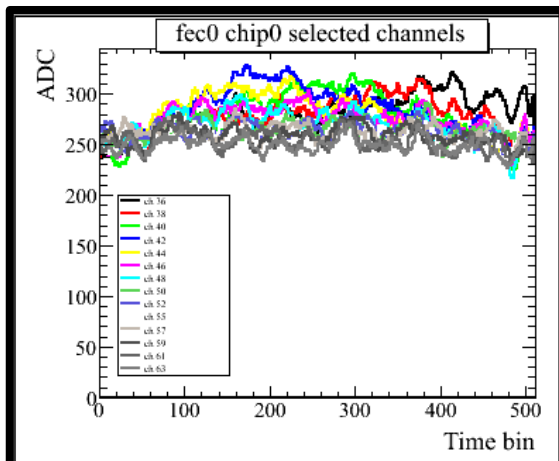
Tests bulk-MM à Liverpool

Collaboration avec K. Mavrokoridis et al.

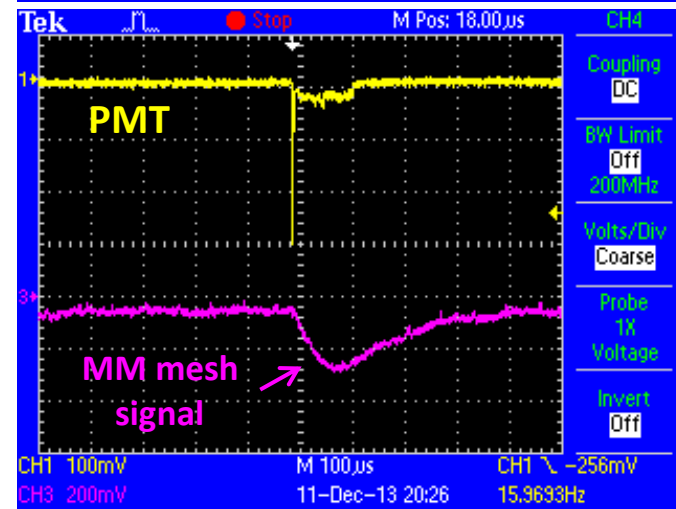
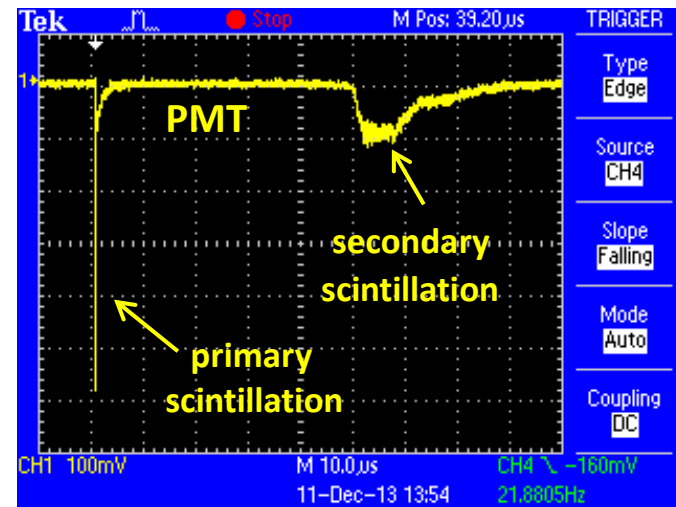


Tests TPC DLAr avec cosmiques

Gains max. ~ 4 avant décharges permanentes dues aux interactions des UV dans la région d'amplification



Scintillation secondaire



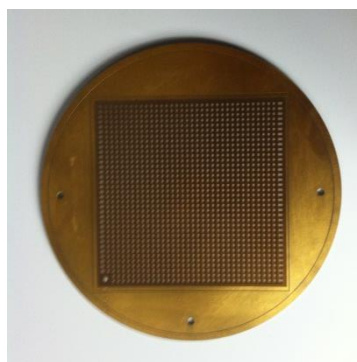
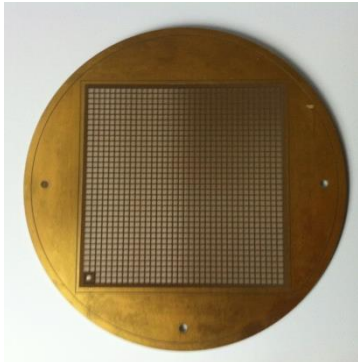
V_d in LAr ~ 1.5 mm/ μ s @ 0.5 kV/cm

Tests de bulk-MM dans l'argon pur (GAr)

bulk-MM standard
102, 115, 128, 192 μm

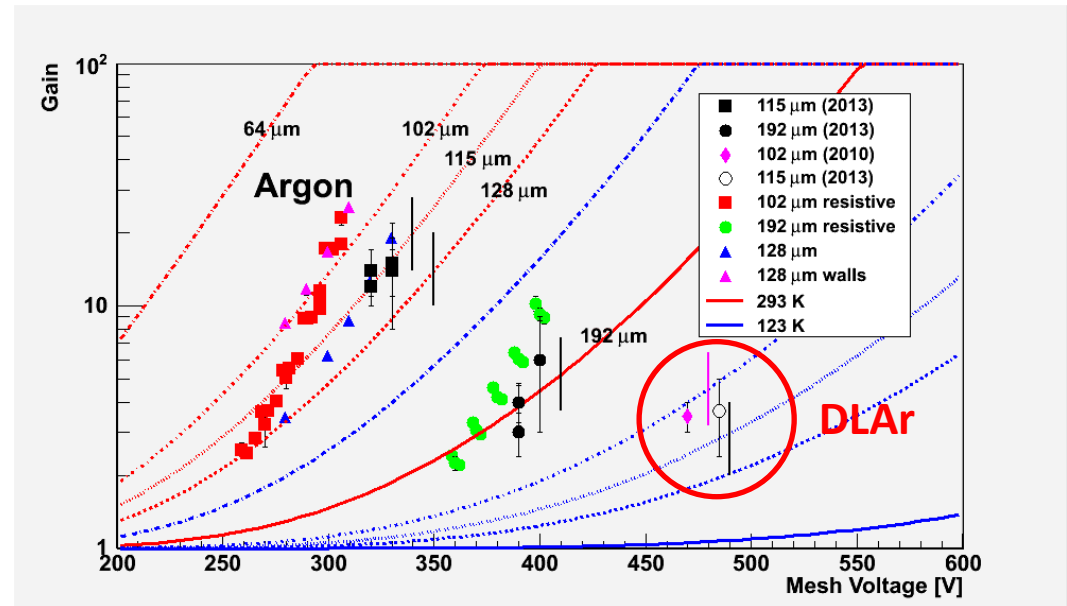


bulk-MM résistif
102, 192 μm



bulk-MM 128 μm avec murs

HT maximum rapidement limitée par des décharges permanentes dans le détecteur



Gains de 20-30 maxi. obtenus en mode GAr pas encore suffisants pour une TPC DLA

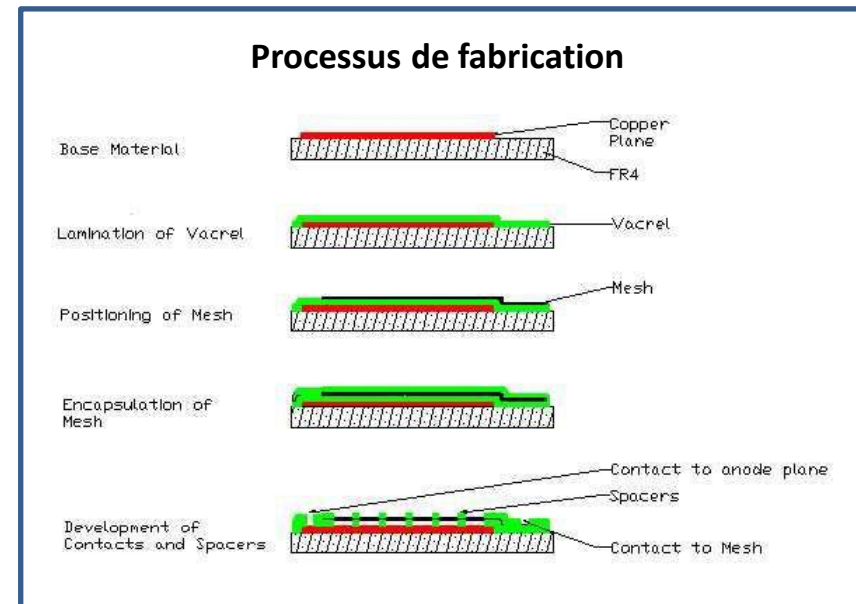
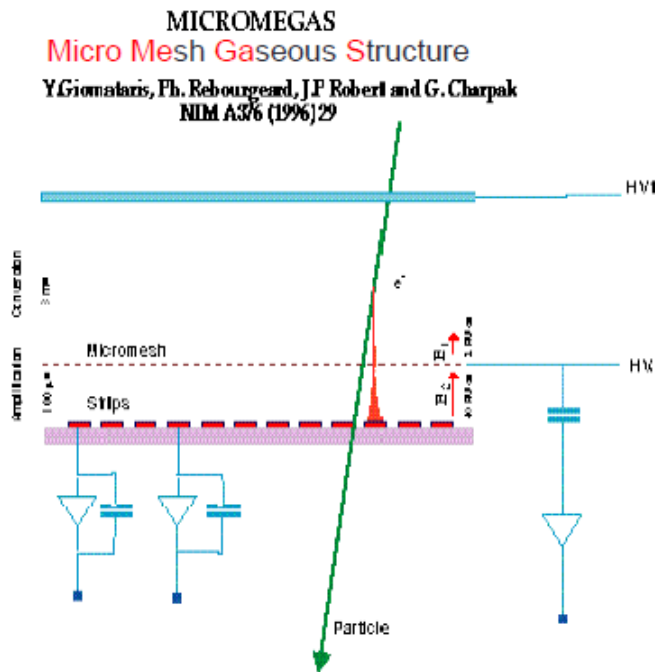
\Rightarrow *R&D nécessaire!*

Conclusion

- **Projet WA105 de construction d'une TPC DLAr de 300t ambitieux et innovant**
- **2015 – 2016 : réalisation et test du prototype $3 \times 1 \times 1 \text{m}^3$**
- **2016 – 2018 : construction du démonstrateur de 300t**
- **WA105 peut largement bénéficier des compétences de l'Irfu sur les MPGD**
- **Sujet de thèse sur WA105 proposé**

Détecteurs bulk-MicroMegas

- Détecteurs gazeux monolithiques, robustes et faciles à produire.
- Très bonnes performances (gain, résolutions spatiales et d'énergie)
- Applications pour des chambres de TPC (e.g. T2K, LC-TPC).
- Utilisés avec des mélanges gazeux contenant un « quencher » absorbant les UV produits durant une avalanche. Et dans de l'argon pur?



Bulk résistif

T. Alexopoulos et al. / Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 640 (2011) 110–118

