



# Réseau Instrumentation IN2P3

## Détecteurs gazeux

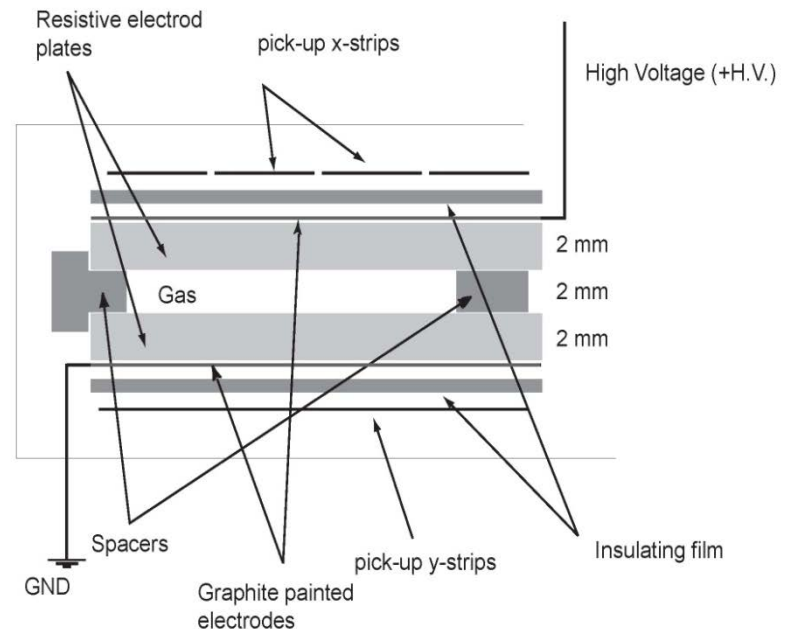


## Activités du LPC Clermont-Ferrand

# Expertise du LPC

## Essentiellement sur les RPC (Resistive Plate Chambers) mono-gap (~2 mm de gaz)

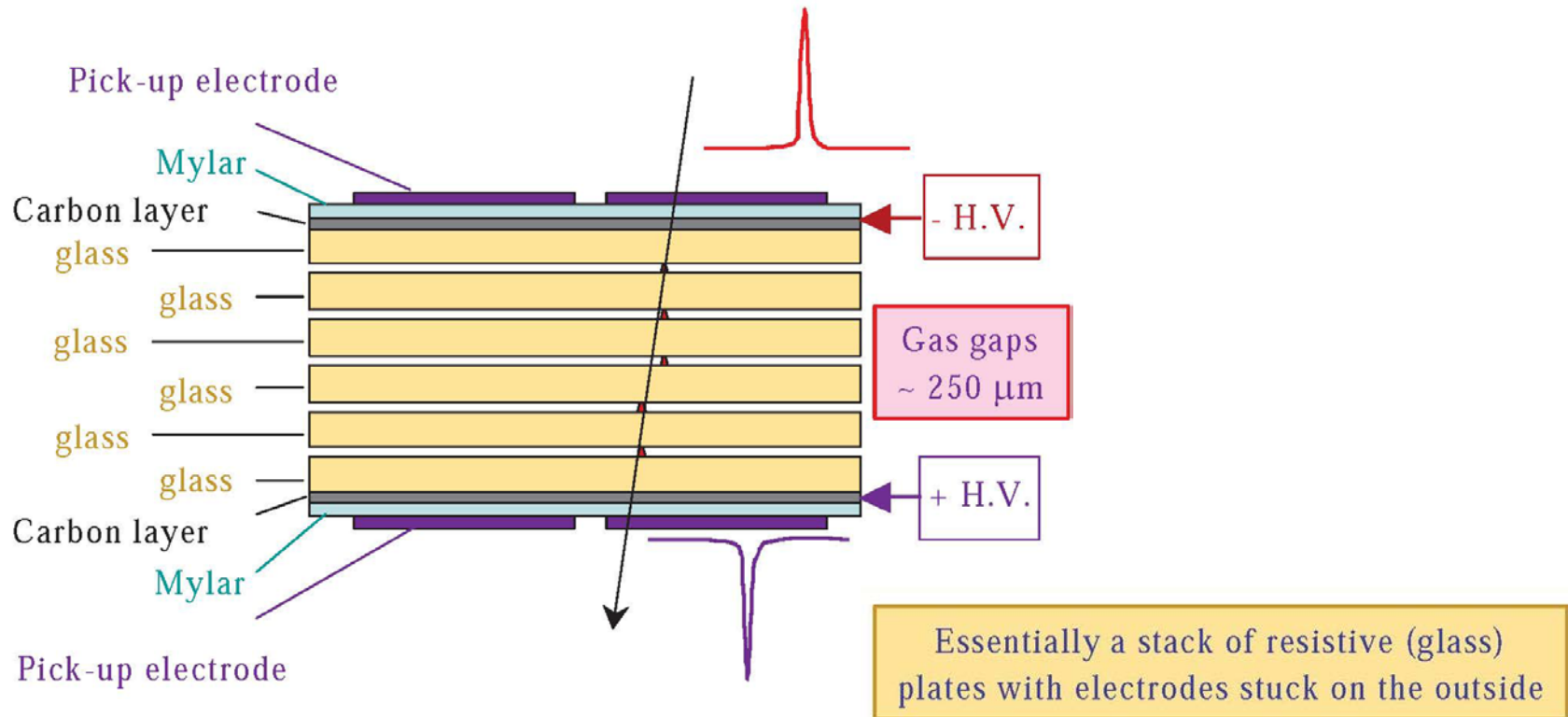
- Permet de couvrir une grande surface de détection à un coût « raisonnable »
- Fonctionnement de streamer (qqz Hz/cm<sup>2</sup>) => avalanche (qqz 100 Hz/cm<sup>2</sup> => LHC)
- Tenue aux radiations jusqu'à qqz centaines de mC/cm<sup>2</sup>
- Résolution spatiale de l'ordre du millimètre (dépend de la taille du strip/pad de lecture)
- Résolution temporelle de l'ordre de la nano-seconde
- Workshop « RPC and related detectors » tous les 1,5 ans



# Intérêt récent du LPC

## Intérêt pour les xgap RPC (multi-gap Resistive Plate Chambers)

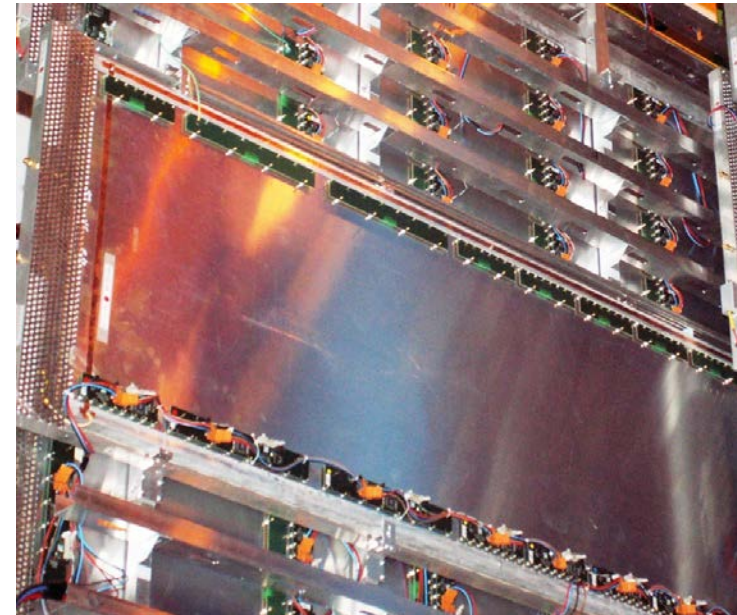
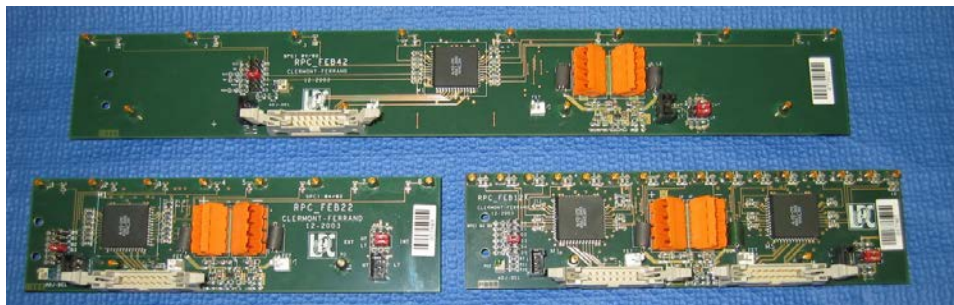
- Résolution temporelle de l'ordre de la centaine de pico-seconde



# Les RPCs du Muon Trigger d'ALICE



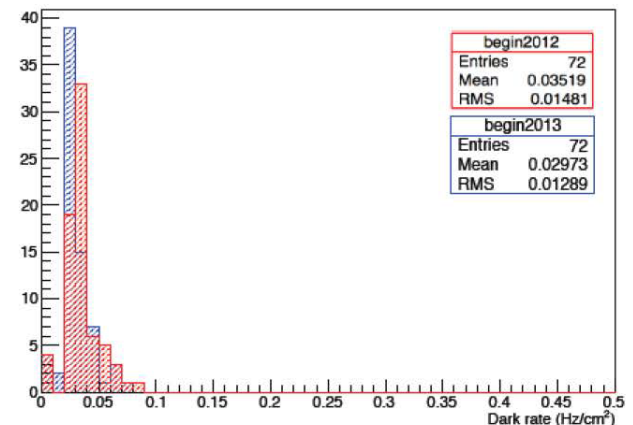
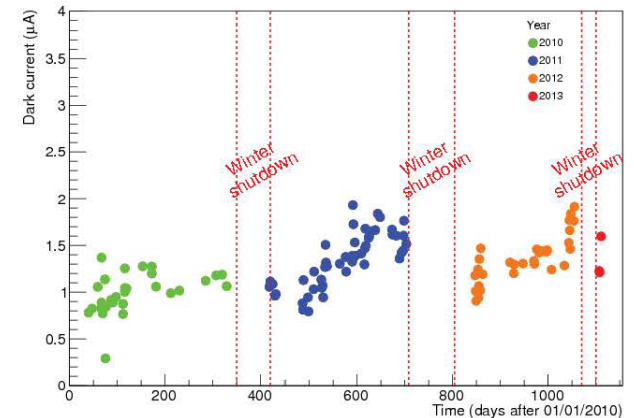
- Détecteur = **RPC mono-gap, 120 m<sup>2</sup>** => Collab. avec Turin
  - ✓ RPCs fabriquées dans une PME Italienne
  - ✓ Electrodes en « bakélite » de résistivité  $\sim 5 \cdot 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$
- Fonctionnement dans un environnement difficile (jusqu'à une dizaine de Hz/cm<sup>2</sup> sur plusieurs années)
  - ✓ Mélange gazeux 90% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> (FORANE), 10% i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (isobutane), 0.3% SF<sub>6</sub>
- Electronique de very front-end pour le mode streamer (seuil  $\sim 80$  mV) ou « **maxi-avalanche** » (seuil  $\sim 10$  mV)
  - ✓ 2500 cartes pour 21k canaux
  - ✓ **Pas d'amplification au niveau du very FE**
  - ✓ Charge  $\sim 100$  pC dans le gaz



# Les RPCs du Muon Trigger d'ALICE



- Charge intégrée en 3 ans d'opération au LHC: 2,9 (8,3) mC/cm<sup>2</sup> en moyenne (RPC la plus exposée)
  - ✓ R&D jusqu'à 50 mC/cm<sup>2</sup> sans effet majeur de vieillissement
- Courant d'obscurité
  - ✓ < 2 μA par RPC de ~2 m<sup>2</sup>
  - ✓ Très faible augmentation sur les 3 premières années de fonctionnement au LHC
- Comptage simple
  - ✓ < 0,1 Hz/cm<sup>2</sup>
  - ✓ Stable sur les 3 premières années de fonctionnement au LHC
- Efficacité stable et supérieure à 95% pour toutes les 72 RPCs



# Upgrade du very FE des RPCs du Muon Trigger d'ALICE



- ❑ **But** => Limiter le vieillissement des détecteurs RPC dans les conditions de fonctionnement du LHC après 2018, à plus haute luminosité (x 5-10, => jusqu'à 100 Hz/cm<sup>2</sup> sur les RPCs)

- ❑ **Solution** =>

## very FE avec amplification

(RPC en mode avalanche, comme pour ATLAS & CMS)

- Charge totale (moyenne):  
Q~10-30 pC (but)  
vs. 100 pC actuellement
  - Charge rapide sur le strip  
@FE-threshold:  
q~50-100 fC (but)  
compatible avec le niveau de bruit mesuré en caverne
- ❑ Pas d'ASIC existant ayant toutes les caractéristiques requises

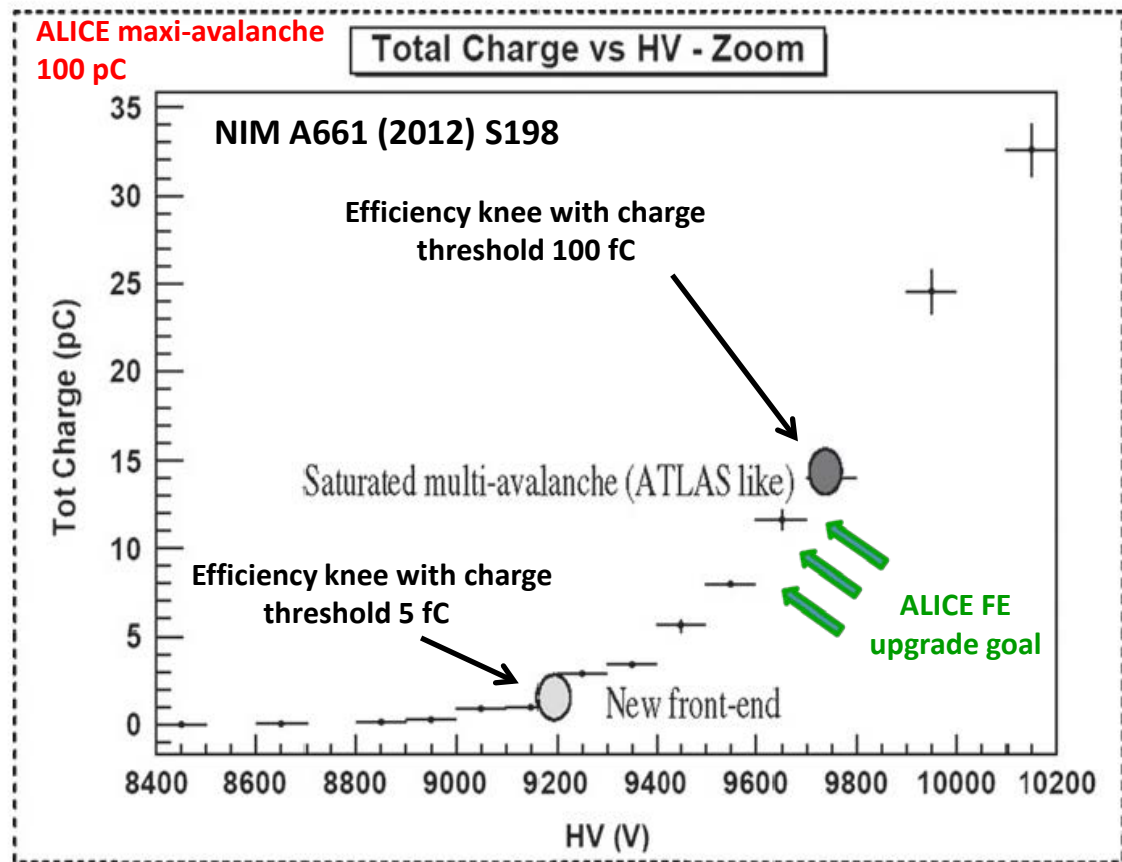
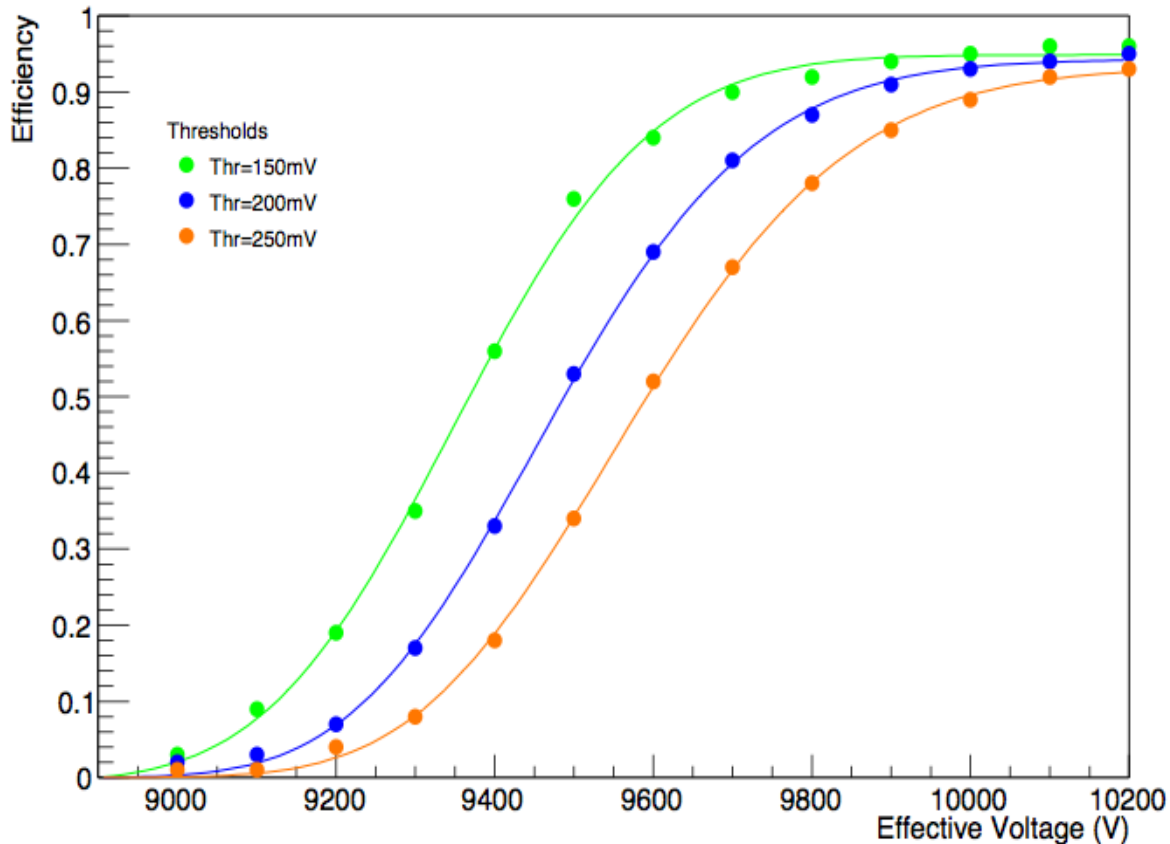


Fig. 4. Average total charge per pulse delivered in the gas vs. applied voltage.

# Upgrade du very FE des RPCs du Muon

## Trigger d'ALICE: premiers résultats



*Cartes FE prototypes équipées de l'ASIC des RPCs de CMS sur banc de test RPC (Turin)*

### *Courbes d'efficacité*

- *Shift du plateau d'efficacité vers des valeurs de tension de fonctionnement plus basses pour des seuils plus bas (comme attendu)*
- *Shift de 600 V pour un seuil de 200 mV par rapport aux conditions actuelles de fonctionnement dans ALICE en « maxi-avalanche »*

# Upgrade du very FE des RPCs du Muon Trigger d'ALICE: ASIC FEERIC



## Design d'un ASIC (pôle MICRHAU) => FEERIC

- Caractéristiques et performances
  - ✓ Technologie AMS 0.35 $\mu$ m CMOS
  - ✓ 8 voies/ASIC
  - ✓ Gamme dynamique  $q=20$  fC – 5 pC
  - ✓ Bruit < 2 fC
  - ✓ Consommation < 70 mW/voie sous 3V
  - ✓ Amplificateur transimpédance
  - ✓ Discriminateur Zero-Crossing
  - ✓ Résolution temporelle  $\sim 100$  ps ( $q > 100$  fC)
  - ✓ Signaux d'entrée bipolaires
  - ✓ Signaux de sortie au format LVDS
- Envoi en fonderie fin mai 2013 (livraison en aout)

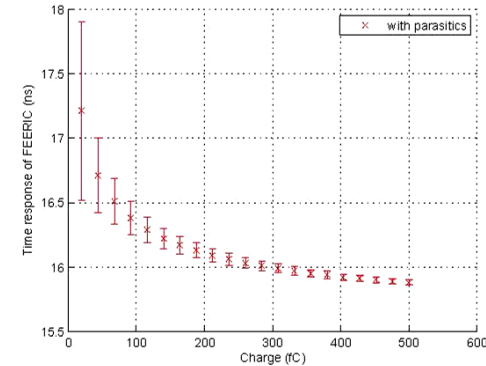


Fig. 4. Time walk and resolution, parasitic simulation results.

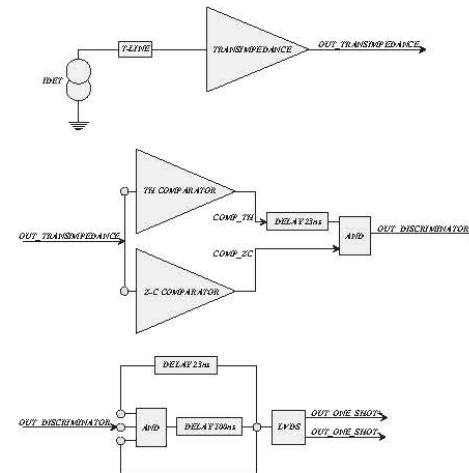
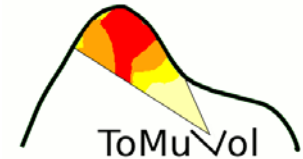


Fig. 1. One channel block diagram of FEERIC.



# Projet ToMuVol



## **PROJET ToMuVol : Tomographie Muonique des Volcans, en Collab. avec IPN LYON**

Prises de données test en 2011-2012 avec des **GRPC** (Glass RPC, mono-gap) de 1 m<sup>2</sup> de CALICE (ILC)

- ✓ Mélange gazeux : 93% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> (FORANE), 5% i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (isobutane), 2% SF<sub>6</sub>
- ✓ Mode avalanche
- ✓ Pads de lecture de 1cm × 1cm (~10.000 pads/GRPC)
- ✓ HARDROC very-FE chip

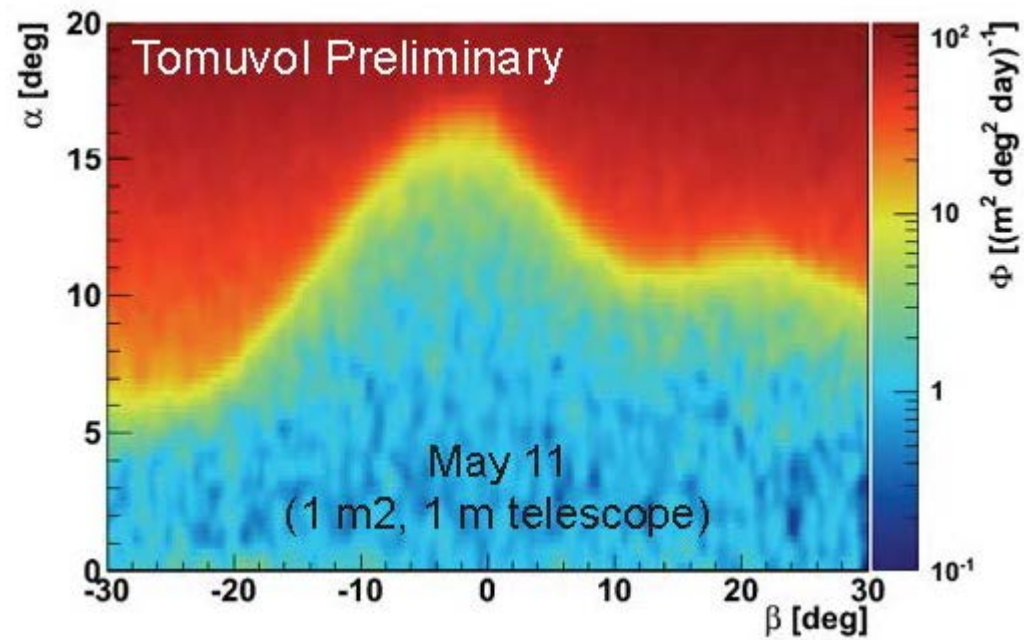
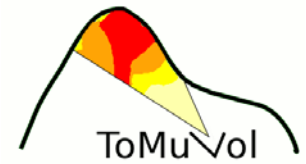
Adaptations pour ToMuVol => mobilité, faible consommation, tropicalisation

### **Réalisation de 30 chambres GRPC (Glass - Resistive Plate Chamber)**

- ✓ 4 plans de 1 m<sup>2</sup> au total, 1/6 m<sup>2</sup> par GRPC
- ✓ Taille du PCB => 33x50cm<sup>2</sup> => zone active, avec des pads de 1cm × 1cm
- ✓ Verre d'épaisseur 1.1 mm, gap de gaz de 1.2 mm

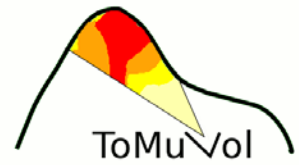
**Intérêt particulier pour la R&D gaz: mélange, débit, sécurité, etc => en cours ...**

# Projet ToMuVol

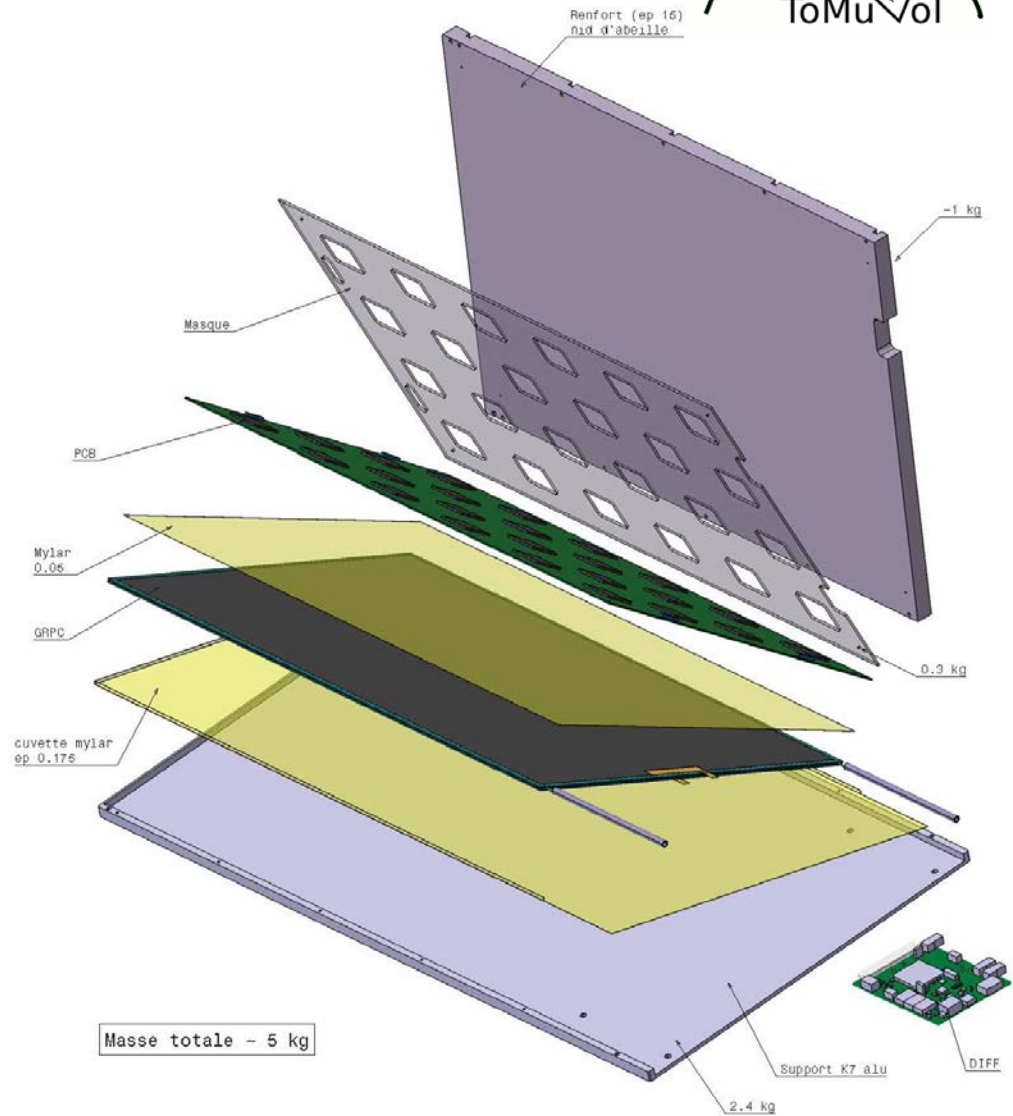
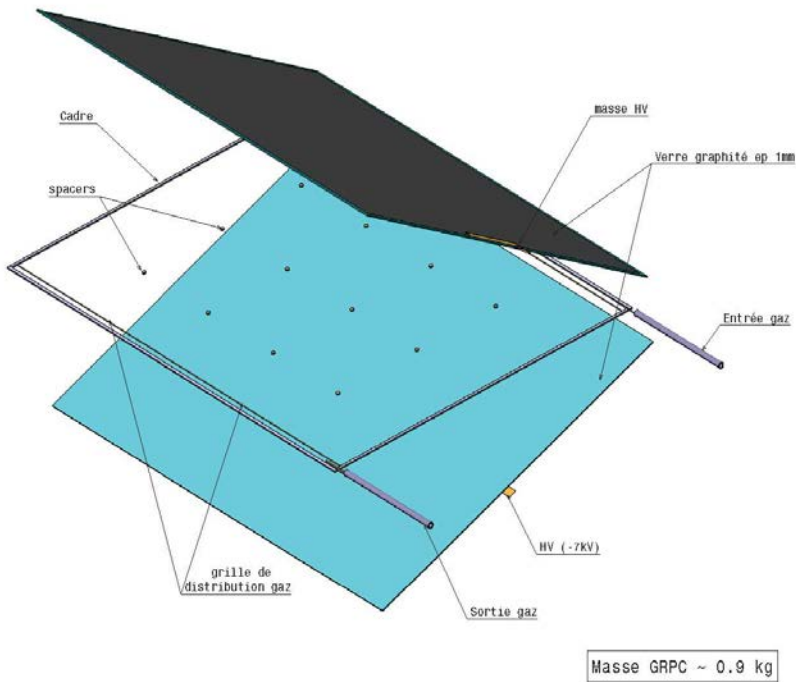


« Ombre » du Puy de Dôme

# GRPC pour TomuVol



## Chambre GRPC seule



# GRPC pour ToMuVol

