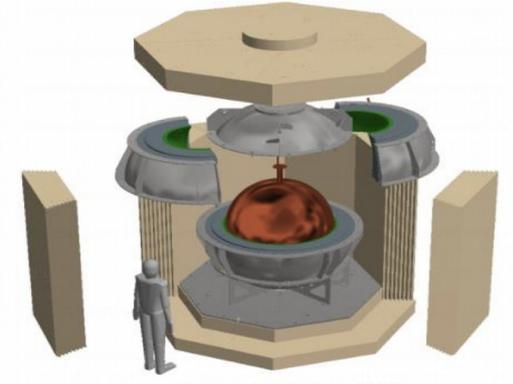
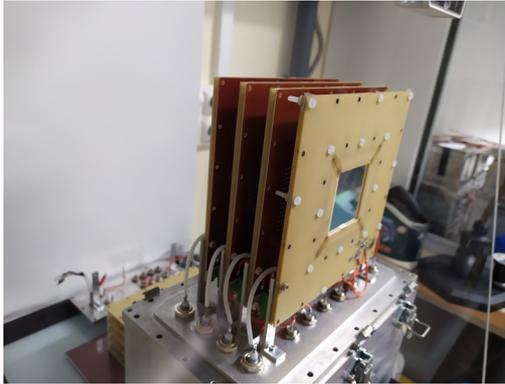


# Réseau détecteurs gazeux



**Gabriel Charles**

*IJCLab*

CNRS-IN2P3  
Paris-Saclay University



9 laboratoires in2p3 + CEA/IRFU  
15-20 membres actifs



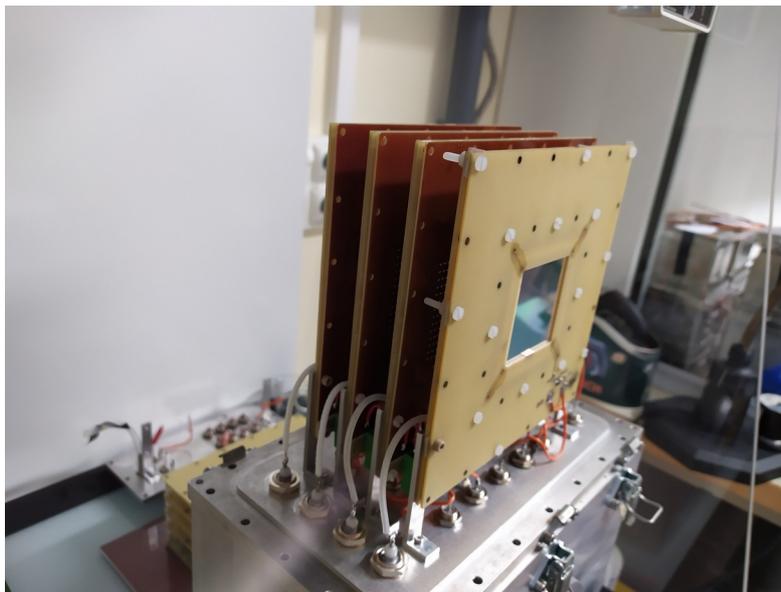
- Atelier/an
- Séminaire/2 mois

Date	Orateur	Titre	Lien
2021/05	Sebastian Kuhn	RTPC for BONuS12 experiment	<a href="#">ici</a>
2021/03	Imad Laktineh	RPC and new readout scheme	<a href="#">ici</a>
2021/02	Adam Roberts	Timepix3	a venir
2021/01	Responsables réseau	--	<a href="#">compte-rendu</a>
2020/12	Jérôme Giovinazzo	TPC ACTAR	<a href="#">ici</a>
2020/10	Ilaria Balossino	CGEM for BESIII	<a href="#">ici</a>
2020/09	Evaristo Cisbani	Dual RICH at EIC	<a href="#">ici</a>
2020/05	Grégory Lehaut	SCALP : chambre d'ionisation scintillante	<a href="#">ici</a>
2020/04	Baptiste Joly	GRPC muographie des volcans	<a href="#">ici</a>
2020/03	Ali Dastgheibi-Fard	Détecteur sphérique	<a href="#">ici</a>
2020/02	Gabriel Charles	Chambre à fils hyperbolique ALERT	<a href="#">ici</a>

Liste de diffusion pour les questions générales et la planification des événements (mois d'un message par mois)

**Fracas** : tracker (PPAC) pour les mesures de section efficaces de fragmentation du carbone à 400 MeV

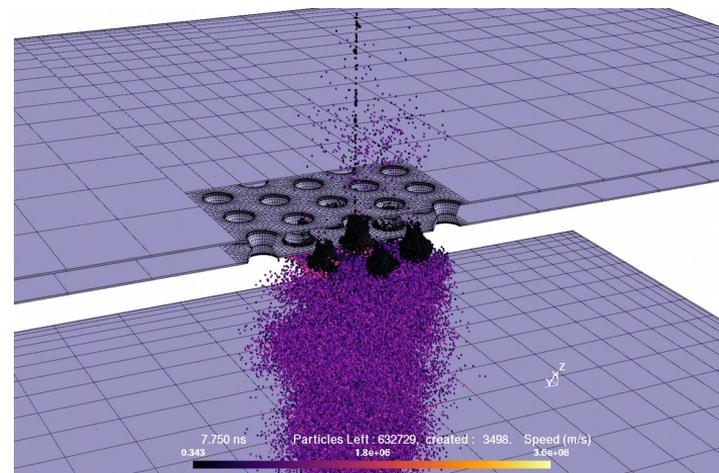
- plus des moniteurs de faisceaux haute intensité



Moniteur faisceau de FRACAS en PPAC 25 mbar isobutane, 1 étage de temps (1,6 mm de gap) et 3 étages de positions (4,2 mm de gap)

**SCALP** : chambre d'ionisation scintillante pour la mesure de section efficace ( $n, \alpha$ ) sur cible gazeuses, réalisation LPC (méca-instru-daq)  
=> manip sous faisceau (novembre 2021@NFS Spiral2)

**OuroboroBEM** : code GPU pour simuler le transport des charges dans le gaz (avec prises en compte des effets de charges d'espace)



Simulation de GEM avec calcul du champ dynamique et charge d'espace sur OuroboroBEM

## Conception, développement et exploitation de nombreux détecteurs gazeux à basse pression parmi lesquels:

### Trackers (position/temps de vol/trajectoires)

#### Détecteur à faible interception

- **CATS (détecteur à pistes aluminium)**

*Chambre à fil basse pression (qq mbar)  
 Cathodes et fenêtres en mylar ultra-fin*

- **SED (Détecteur à émission secondaires)**

*Une chambre à fil hors faisceau à plan de pad 2D  
 Une feuille émissive en mylar aluminisée ultra-fine*

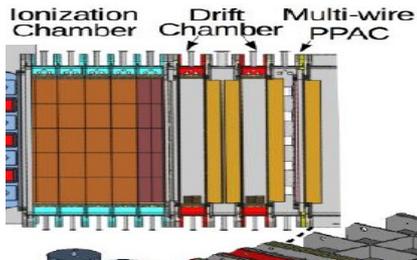
### Spectromètre VAMOS (Energies/position/masses/temps de vol)

*Multi-détecteur basse pression équipant la salle G1 du GANIL*

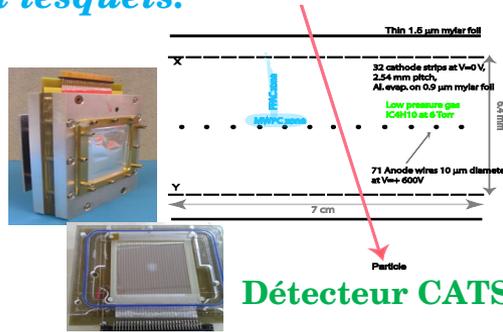
*Chambres à ionisation*

*Chambres à dérive*

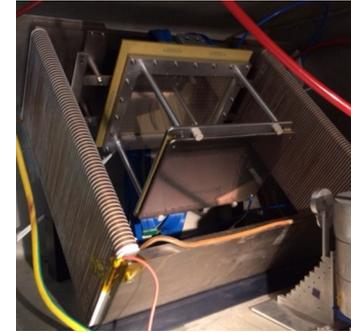
*Chambres à fil*



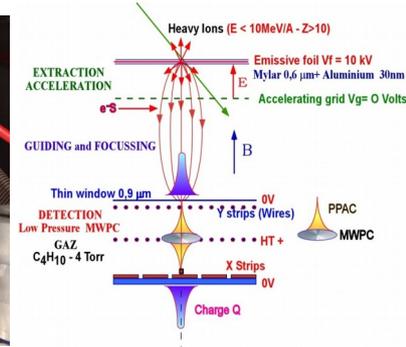
**Chambres VAMOS**



**Détecteur CATS**



## Détecteur SED



**prototype CHIO tilté Lise ZDD**



**Régulation gaz**



### Techniques & matériels:

- ✓ Fabrication de couches minces
- ✓ Tissage de plan de fil
- ✓ Fabrication de centrale à gaz basse pression

### Nouveaux développements en cours:

- ✓ Nouvelle détection à zéro degré pour Lise (ZDD)
- ✓ Upgrade détecteurs CATS
- ✓ Développements ACTAR (voir slide dédié)

## applications variées en physique nucléaire

- structure et réactions: mode **cible active** (le gaz sert de cible de réaction)
- décroissances exotiques: détecteur **TPC**
- plusieurs géométries du plan de collection

## R&D cage de champ

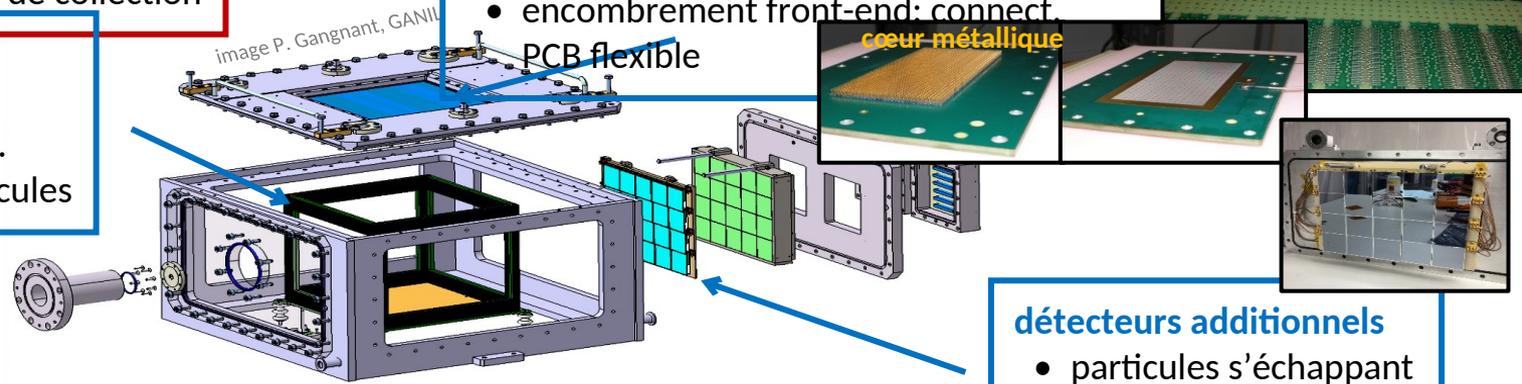
- double cage de champs fils
- homogénéité du champ élect. au particules



photo O. Poleshchuk (2017)

## R&D plan de pads

- grande densité: 16384 pads de 2x2 mm<sup>2</sup>
- 2 techno.: PCB multi-couches  
PCB cœur métallique (coll. CEPN)
- amplification *micromegas*
- encombrement front-end: connect.

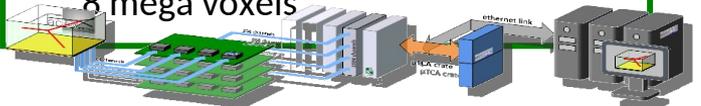


## détecteurs supplémentaires

- particules s'échappant du volume actif
- sélection des réactions

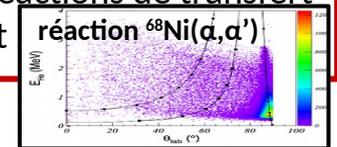
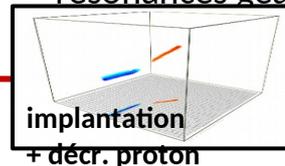
## électronique générique

- échantillonnage temps (1-100 MHz)
- discrétisation 3D de la charge  
8 mega voxels



## exploitation 2019 & 2021 (GANIL)

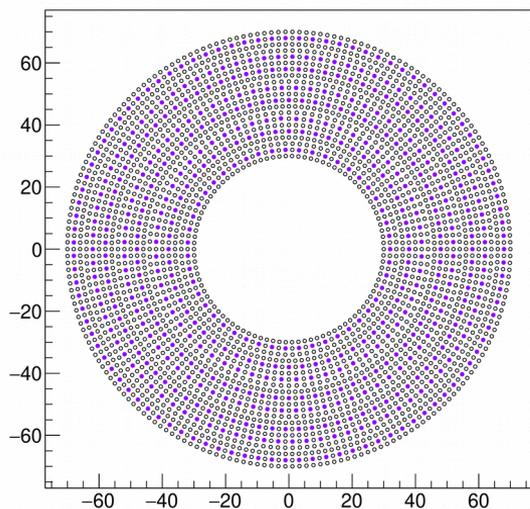
- résonances géantes; réactions de transfert  
proton et



## Développement de petites et grandes chambres à fils

### ALERT

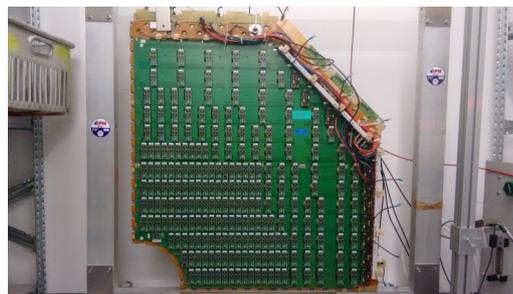
Chambre à dérive hyperbolique  
3026 fils! 2 mm gap



Design, conception, simulation, montage

### ALICE bras di-muon

Chambres à fils de 20 ans,  
toujours en parfait état  
Mise à jour récente: **nouvelle électronique** et nettoyage

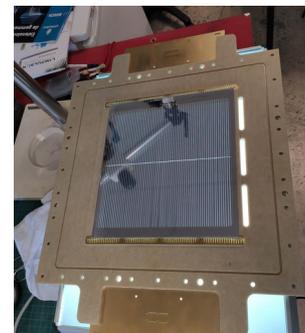


~ 1 m

8 quadrants (+ spare) installés

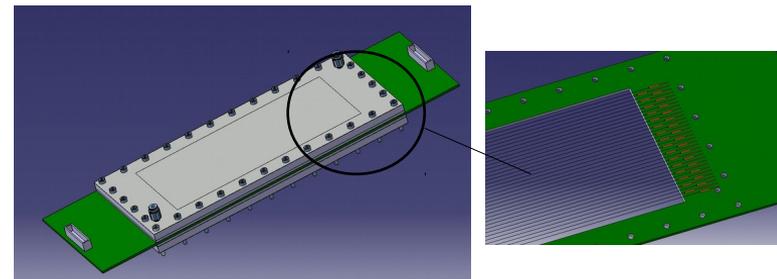
### SOFIA

Trajectographe à chambre à fils pour GSI



### R&T CHANGE

CHambre A fils Nouvelle GENération

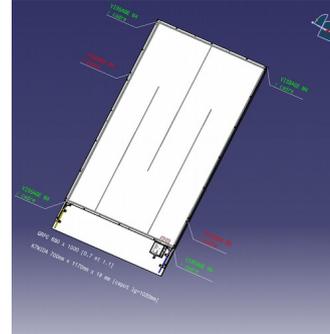


R&T impliquant 3 laboratoires de in2p3

## Développements RPC pour la muographie des volcans



GRPC 1/3 m<sup>2</sup>



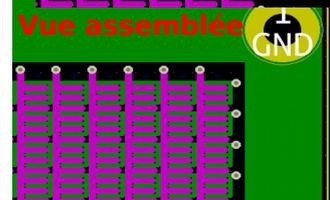
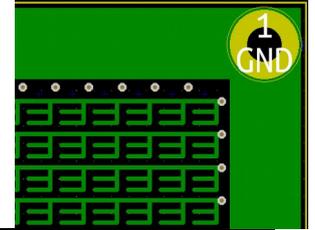
GRPC 2/3 m<sup>2</sup>

*Développements en vue de coût/m<sup>2</sup> modéré, consommation modérée, et segmentation sub-cm*



Déploiement sur site (Vulcano), système autonome

**Couche 4 externe**  
**Côté RPC**



Lecture par "pistes" croisées,  
+ Électronique de lecture  
basée sur Hardroc 2B (Omega)

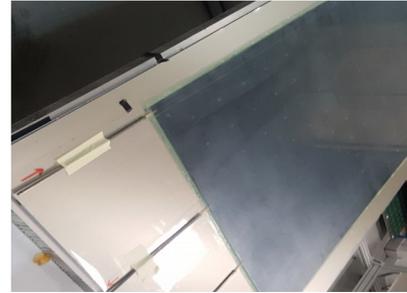
First technological prototype for a calorimeter for ILC based on GRPC



1 cm x 1 cm pads, 48 layers  
 (GRPC+electronics), power-pulsed,

## R&D Goals

- Come as close as possible to the final ILD SDHCAL design
- Try new feature that may bring additional assets to PFA such as timing (RPC->MRPC)
- Compare with SDHCAL prototype performance



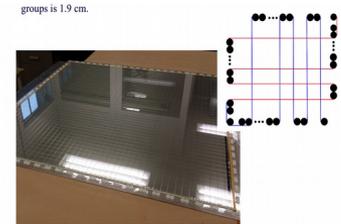
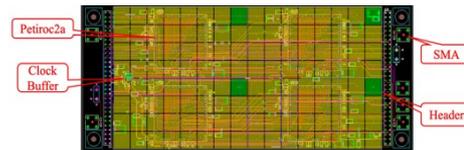
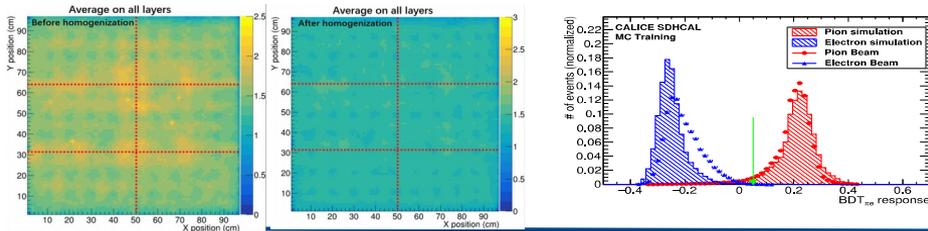
## Timing in SDHCAL

- Discriminate neutron contribution
- Better separate hadronic showers (improved-PFA)

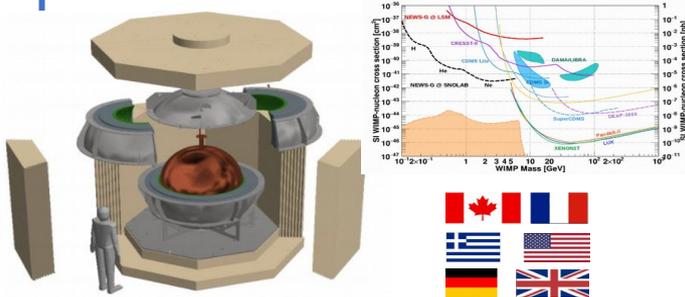
4-gap MRPC could reach 100 ps resolution.

Small ASU containing 4 petrioc ASIC has been conceived and produced in collaboration with CEPC

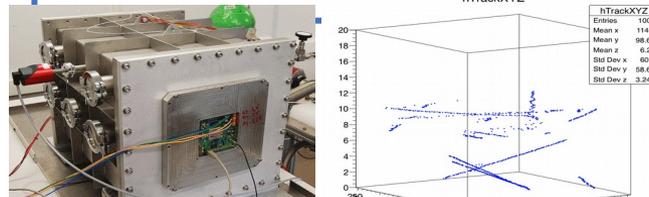
- Uniformity correction
- Angular correction
- Calibration and control using track segments
- Excellent power separation of close-by hadronic shower
- Powerful PID tool (TMV-based methods)



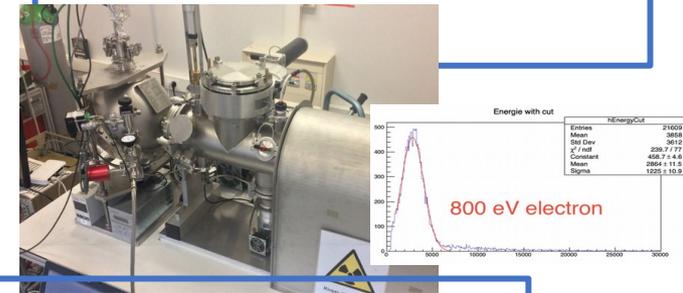
- **NEWS-G** (New Experiment With Sphere-Gas)
- Recherche de matière noire de faible masse
- Seuil bas en énergie (10-40 eV)
- **SNOGLOB @ SNOLAB & SEDINE @ LSM**
- Cuivre de faible radioactivité
- « Electropolishing » et « Electroplating »



- **$\mu$ TPC : MIMAC** (Micro-tpc MATrix of Chambers)
- Recherche directionnelle de matière noire
- Reconstruction des traces de recul en 3D à basse énergie ( $\sim 1$  keV,  $\sim 1$ mm)
- Matériaux de faible radioactivité
- ASIC dédié (64 voies)
- Très bonne discrimination Electron/Reculs
- Application : Métrologie Neutrons (IRSN) Fluence et Energie

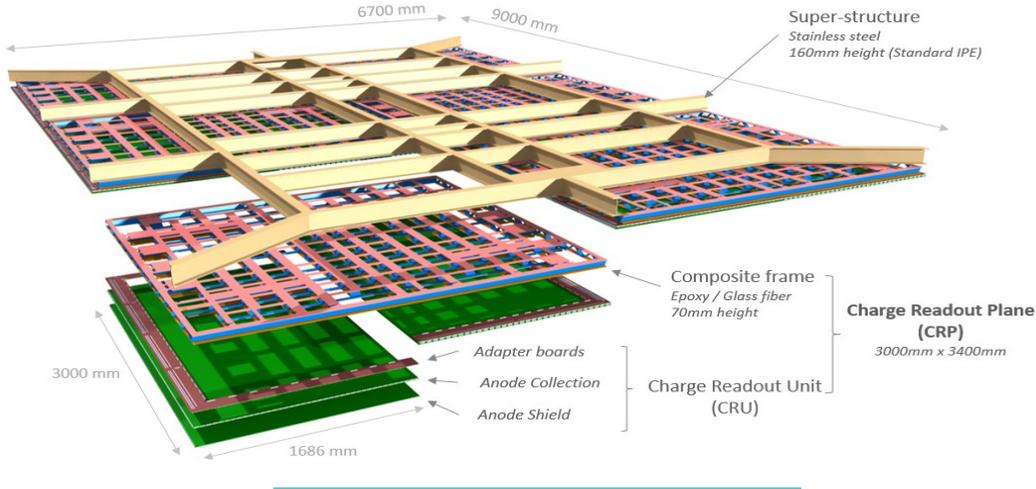


- **COMIMAC** (Compact Ion/Electron Source)
- Etalonnage des détecteurs gazeux
- Grande gamme d'énergie : 150 eV  $\blacktriangledown$  50 keV
- Mesure du facteur de « Quenching »
- Test des algorithmes de reconstruction de traces en 3D

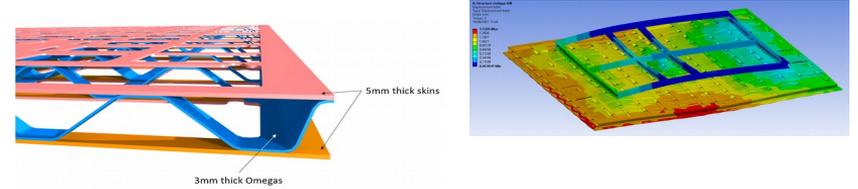


R&T CHANGE (CHAMbres à fils Nouvelle GENération) : « plus légères et plus rapides »

## DUNE Vertical Drift – Conception / production / installation des structures de plan de détection



### Conception et calcul de structure composite fibre verre



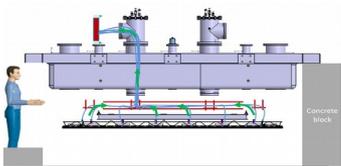
### Système de suspension et positionnement automatisé



### Caractérisations de matériaux à basse température



### Définition de procédures d'installation et de câblage



### Installations sur site



Tous les aspects de développement de détecteurs gazeux sont présents dans le réseau : simulation, conception, test, calibration, électronique

- A peu près tous les types de détecteurs gazeux sont représentés : chambre à fils, (G)RPC, GEM, Micromegas, scintillations, TPC

Les tendances pour les détecteurs gazeux sont :

- Meilleures résolutions spatiale et temporelle
- Bas seuil en énergie et large choix dynamique
- Soutenir des hauts flux

R&D pour les MGPDs (GEM, MicroMegas / RD51) mais certaines technologies clefs sont maîtrisées uniquement par le CERN et le CEA/IRFU

RPC, MRPC readout développé à l'IP2I pour CMS Muon application ou SHDCAL Calorimeter

Les chambres à fils sont toujours utilisées pour les énergies faibles ou de petites expériences

RECOMMENDATION 5 - The pursuit of a minimum R&D effort is essential to ensure the long-term sustainability of 'small-scale' gaseous detectors and of the associated skills at IN2P3.

RECOMMENDATION 6 - The detection concept coupling the ionization signal and the photo-detection of the emitted light is very promising for the forthcoming years and should be further explored.