

ANR proposal: SCREAM

Sampling Calorimetry with RESisive Anode Micromegas

M. Chefdeville, 11/10/2013, LAPP

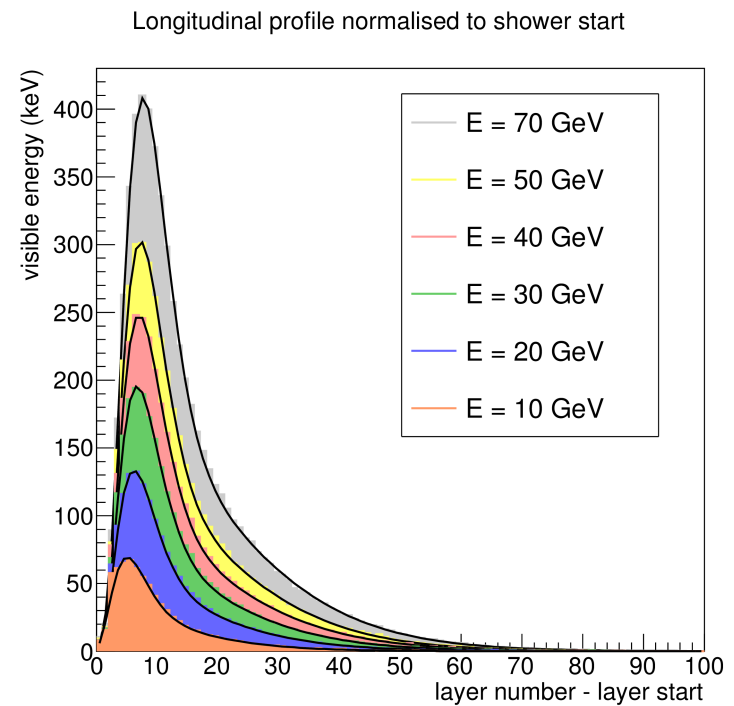
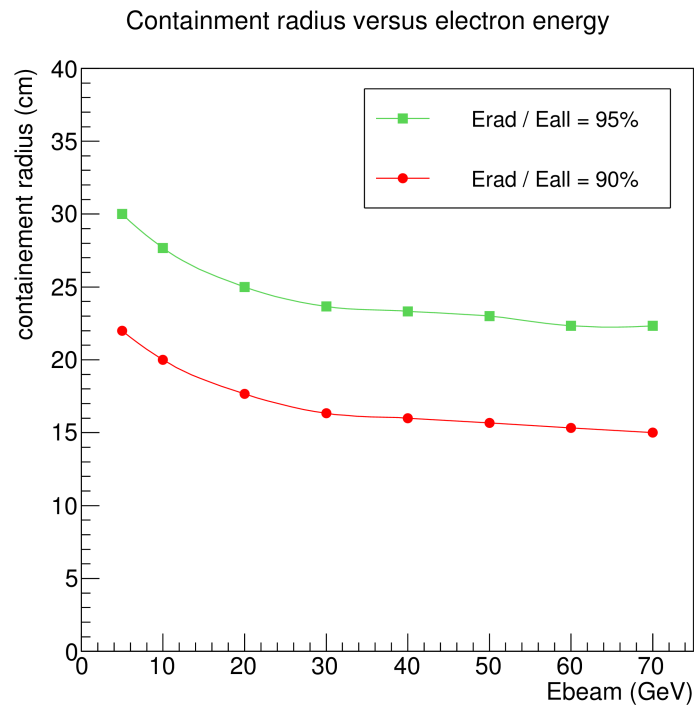
Le projet

Construction d'un prototype de calorimètre Micromegas (absorbeurs en W ou Fe)

50 plans (au moins) de 48x48 cm²

Électronique semi-digitale + analogique

Mesure de gerbes d'électrons et de hadrons jusqu'à 100 GeV

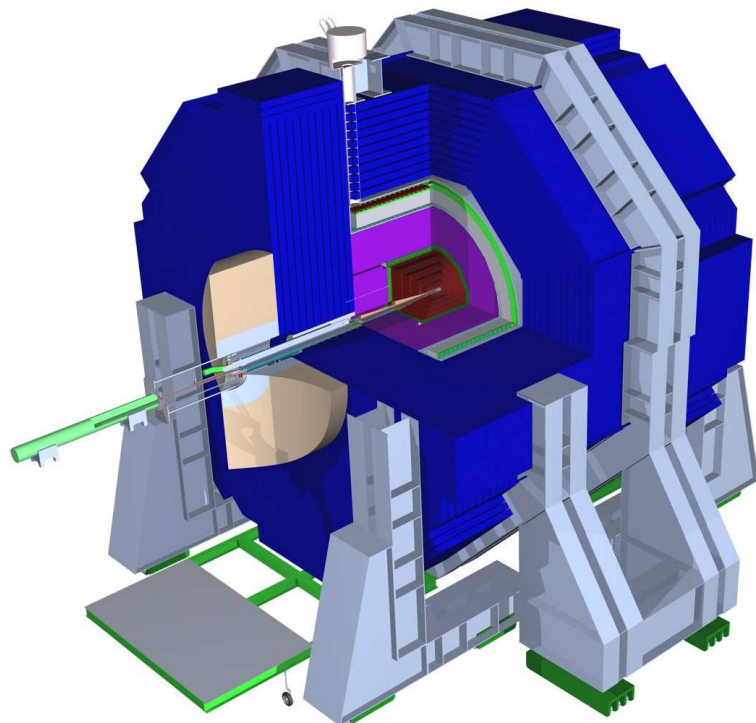


Pour quelle manip?

ILC/CLIC → notre activité historique, réalisation incertaine...

HL-LHC/CMS → existe et prends des données

Silicon Detector



CMS DETECTOR

Total weight : 14,000 tonnes
Overall diameter : 15.0 m
Overall length : 28.7 m
Magnetic field : 3.8 T

STEEL RETURN YOKE
12,500 tonnes

SILICON TRACKERS

Pixel (100x150 μm) ~16m² ~66M channels
Microstrips (80x180 μm) ~200m² ~9.6M channels

SUPERCONDUCTING SOLENOID
Niobium titanium coil carrying ~18,000A

MUON CHAMBERS

Barrel: 250 Drift Tube, 480 Resistive Plate Chambers
Endcaps: 468 Cathode Strip, 432 Resistive Plate Chambers

PRESHOWER

Silicon strips ~16m² ~137,000 channels

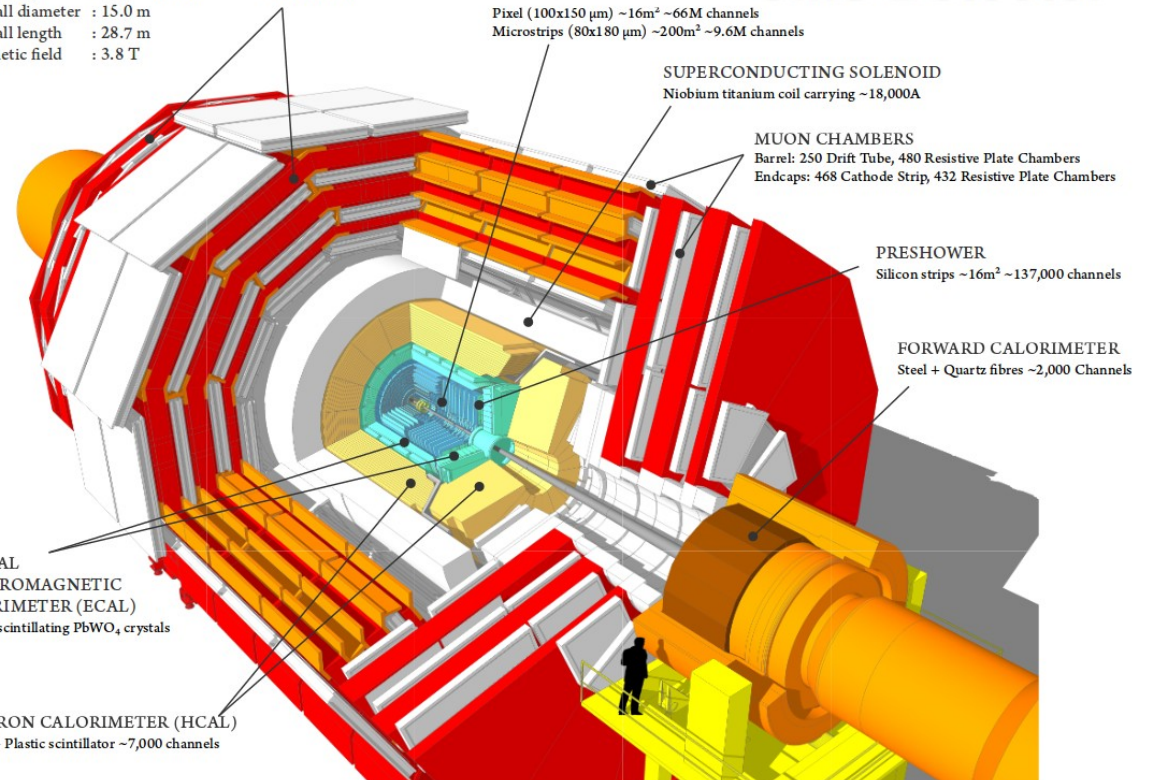
FORWARD CALORIMETER

Steel + Quartz fibres ~2,000 Channels

CRYSTAL
ELECTROMAGNETIC
CALORIMETER (ECAL)
~76,000 scintillating PbWO₃ crystals

HADRON CALORIMETER (HCAL)
Brass + Plastic scintillator ~7,000 channels

CMS Detector



Forces du projet

Développements utiles pour dessiner les calorimètres d'un ILC et du LHC/avant

Peu de R&D nécessaire → ré-utilise & adapte les outils/appareils actuels

Électronique analogique → Micromegas pour le ECAL et le HCAL

Micromegas est la seule techno CALICE possible dans CMS (avec les GEM)
→ opportunité de valoriser le travail du LAPP

La demande et les partenaires

CNRS/IN2P3/LAPP Will be in charge of designing and producing 50 ASIC and readout boards and of the assembly of the 50 Micromegas chambers.

CNRS/IN2P3/Omega Will be in charge of designing, producing and testing the front-end ASIC, 1800 units will be needed to fully equip the calorimeter.

CEA/IRFU Will be in charge of the manufacturing of the resistive layer and Micromegas mesh onto the 50 ASIC boards and of the subsequent quality checks.

NCRS/INPP Will be in charge of the optimisation of the resistive layer for full discharge protection and operation at high efficiency up to very high rates.

UMN/SPA Will be in charge of the testbeam infrastructures at CERN in the CMS beam line and of the optimisation of the gas mixture for HL-LHC conditions.

WIS/DPA Will be in charge of providing 10 THGEM-based active layers for the tail catcher of the Micromegas calorimeter prototype.

Cartes électroniques

ASU

$32 \times 48 \text{ cm}^2 \rightarrow 48 \times 48 \text{ cm}^2$

$6 \times 4 = 24 \text{ ASIC} \rightarrow 6 \times 6 = 36 \text{ ASIC}$

$1536 \text{ voies} \rightarrow 2304 \text{ voies}$

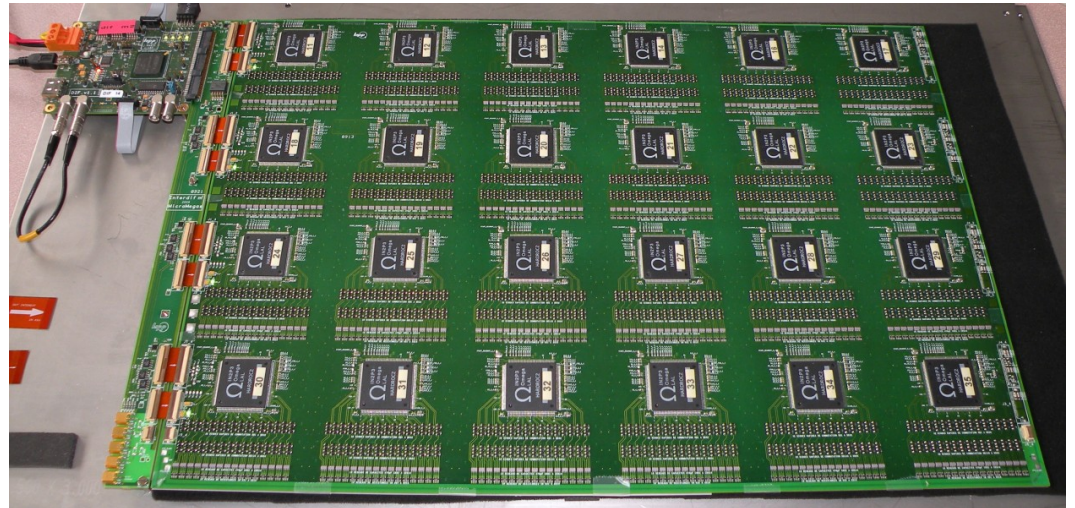
InterDIF

$4 \text{ lignes} \rightarrow 6 \text{ lignes}$

DIF

$\rightarrow 6 \text{ lignes indépendantes ?}$

$\rightarrow 3 \text{ lignes indépendantes avec lecture de } 12 \text{ ASIC/ligne}$



ASIC front-end

Circuit

- ajout d' ADC/voie au MICROROC
- numérisation des voies passant un des 3 seuils (programmable)

ADC

- déjà dessiné et testé par Omega pour le ECAL/Si et le HCAL/Fe (SPI-SKIROC)
- quelle résolution ? A définir (Monte Carlo)
 - numérisation de la différence entre le seuil et le signal

Taille de l'ASIC

- on passe de 22 mm² à probablement 30 mm²

Câblage

- on peut (probablement) garder le même boîtier et pinout

Electron study (2/3): dynamic range

Dynamic range depends on pad size

Let's define the dynamic range as
the ratio of average max pad energy to average MIP pad energy

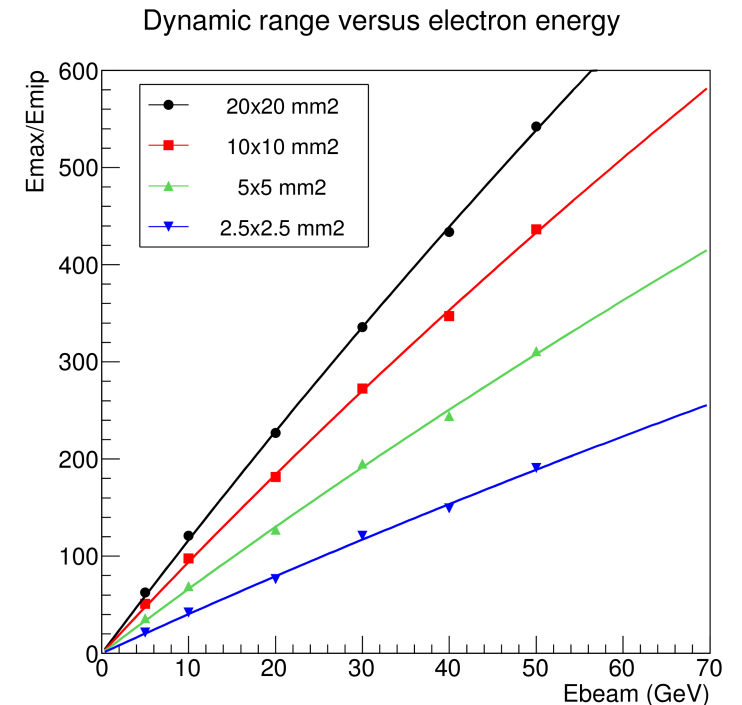
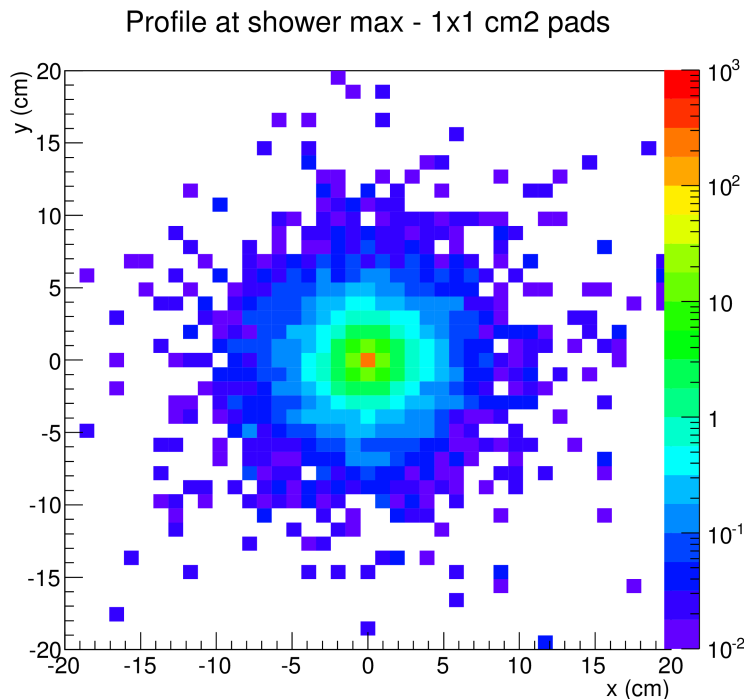
MIP most probable signal: $E_{mip} = 0.6 \text{ keV}$

At 50 GeV and with 1x1 cm² pads: $E_{max} = 436 \text{ keV}$

→ dynamic range of ~730 MIP

Pad size (mm ²)	A (GeV ⁻¹)	B (GeV ⁻¹)
20x20	11.92	0.44
10x10	9.61	0.46
5x5	6.77	0.41
2.5x2.5	4.11	0.36

$$E_{max}/E_{mip} \sim A/B * \log(1+B * E_{beam})$$



Le Micromegas résistif

PCB de taille 48x48 cm²

→ Olivier préconise 54x60 cm²

→ Possible chez Elco et Eltos pour la fabrication des ASU

→ Possible de cabler chez Adax pour une production de 50 ASU

Couche résistive

→ une des configuration SPLAM,

de préférence avec évacuation des charges par le pad

→ test supplémentaires sur les prototypes

La chambre Micromegas

Comme avant :

- Alimentation HT par l'interDIF
- une entrée et une sortie de gaz

Cathode

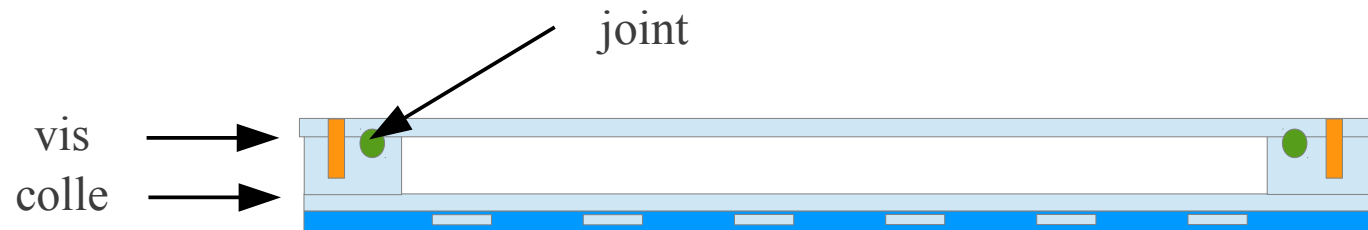
- film kapton + cuivre (à la Gassiplex)

Il faut pouvoir s'insérer dans les structures existantes

- SDHCAL acier : 13 mm
- CLIC/W : ?

Peut-on prévoir la possibilité d'ouvrir la chambre côté mesh ?

- sans détourner les ASU, il reste de la place pour un joint étanche



Ce qu'il faut acheter

Alimentation HT

- 2 voies / chambre + télescope SPLAM = 106 voies
- 2 cartes CAEN disponibles = 22 voies (11 plans)
- ~ 8 nouvelles cartes + nouveau châssis

Alimentation BT

- conso du nouveau chip ?
- AMREL supplémentaire ?

Système de distribution de gaz

- rajouter des bulleurs au système actuel
- 5 chambres en série

→ conso de gaz : 0.5 litre / chambre / h → 25 litres / h pour 50 chambres

Station de mélange Ar/CO₂ disponible

La demande de financement

Preliminary budget

LAPP:	Missions	5 k€
	Detector boards with ASIC cabling (50 units)	50 k€
	Readout boards DIF-interDIF (50 units)	20 k€
	Chamber mechanics (Cathode, frame, gas pipes)	20 k€
	Low and high voltage system (supply, cables)	25 k€
IRFU:	Missions	5 k€
	Detector mesh and resistive layer (50 units)	60 k€
Omega:	Missions	5 k€
	Detectors front-end electronics (1800 ASICs)	75 k€
Total		265 k€

Les grands Micromegas résistifs (devis)

Plan Micromegas = PCB + ASIC + câblage + Bulk résistif (+ mécanique chambre)

Commande 1 unité (2014)

Fabrication PCB 48x48 cm ²	4000 €	(incl. 1100 € outillage)
Fonderie (run dédié) ASIC	0 €	(~ 200 MR au LAPP)
Câblage ASIC/PCB	900 €	(estimation)
Film résistif et grille Bulk	2700 €	(incl. 400 € outillage)
Total 1 ASU	→ 8000 euros	

Commande 50 unités (2015...)

Fabrication PCB 48x48 cm ²	600 €	(incl. 25 € outillage)	→	30 k€ (50 units)
Fonderie (run dédié) ASIC	1500 €	(40 € * 36 MR)	→	75 k€
Câblage ASIC/PCB	400 €		→	20 k€
Film résistif et grille Bulk	1200 €	(incl. 24 € outillage)	→	60 k€
Total 1 ASU	→ 3700 euros			
Total 50 ASU	→ 185000 euros			