

The SPLAM project

(*Spark Protected Large Area Micromegas*)

***Development of large size Micromegas detectors for
particle detection at high flux***

Damien Neyret

CEA Saclay IRFU/SPhN

28/6/2011

Participants to this project

Objectives

IRFU-CIREA collaboration

Budget

Context of the project

4 partners with objectives close to each others

CEA Saclay: development of large size Micromegas detectors to be used in high radiation environment

Subatech Nantes: development of a cryogenic gaseous photomultiplier using a Micromegas stage

Ciréa company at Cholet: production of large size bulk Micromegas detectors, interest to produce resistive boards for Micromegas

LAPP Annecy: development of DHCAL calorimeter read by large size Micromegas detectors, with integrated electronic read-out in the PCB

Common project proposed to the French ANR financing agency

Project presented in January 2011

Accepted in June 2011

Final agreement on the budget in September 2011

Final signature November 2011

Project started 1st October 2011 for 3 years

Context at IRFU

I r f u
cea
saclay

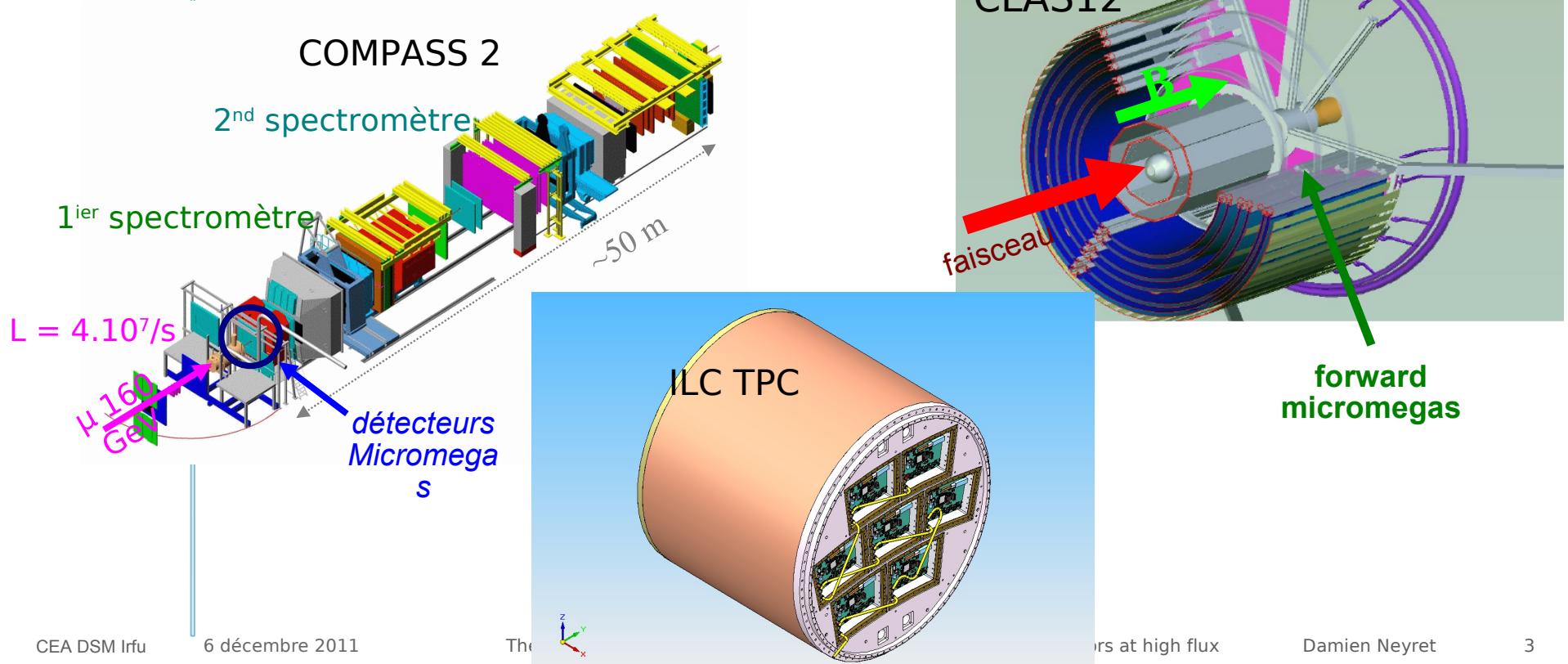
Large size Micromegas working at high flux

CLAS12 experiment at JLab (forward detector), COMPASS 2 at Cern, sLHC, ILC
TPC R&D

Need to reduce the discharge impact due to hadron flux by a factor > 10

Low detector material budget ($\sim 0.3 X_0$) using honeycomb sandwich

Resistive detectors



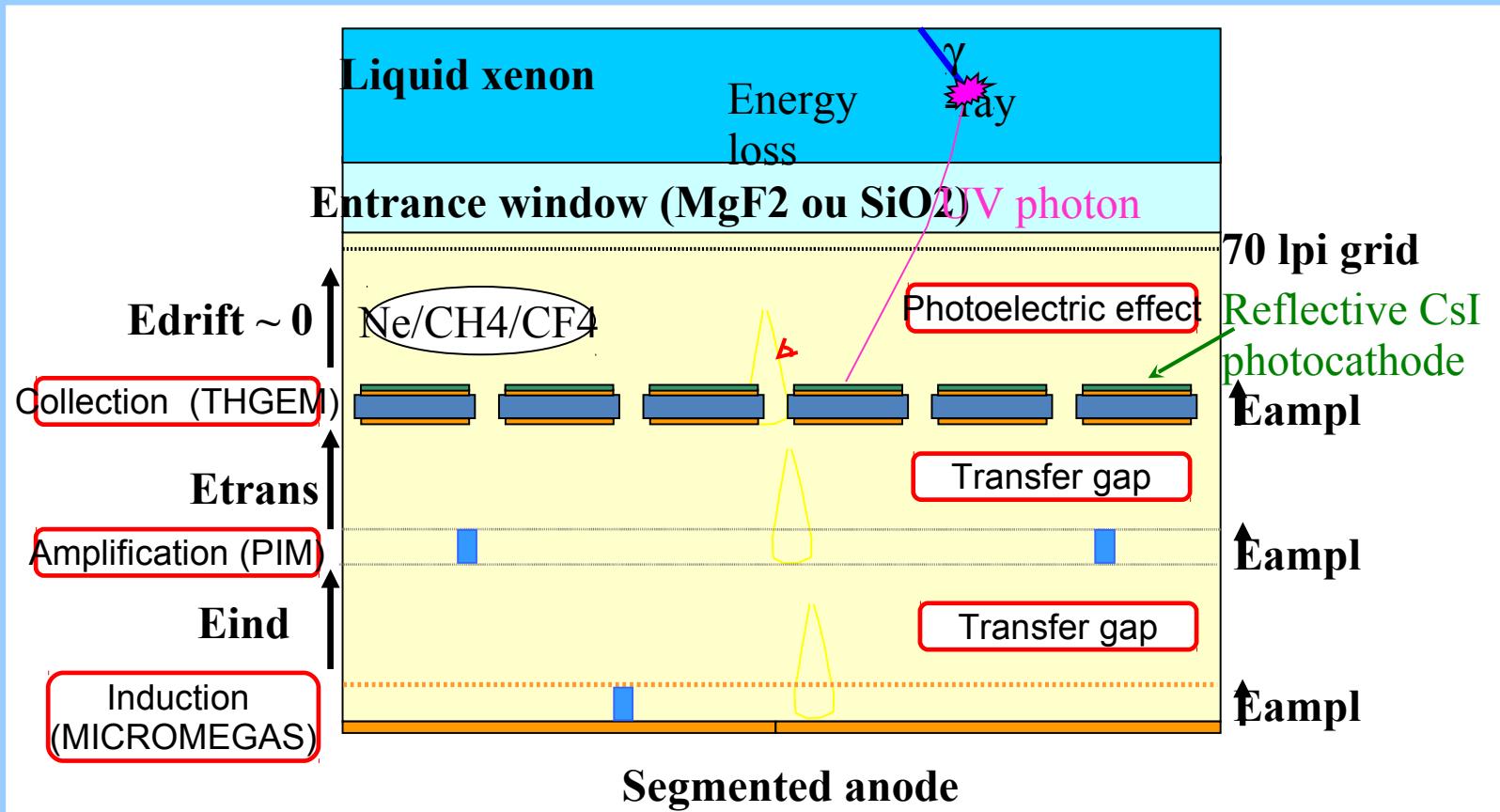
Context at Subatech

Cryogenic low energy gamma ray detection

UV scintillation in liquid Xenon, MPGD detector (thick GEM with CsI + PIM layer + Micromegas detector)

Interest on large size detector, specific material for cryogenic environment, low radioactivity materials

A Cryogenic Gaseous PhotoMultiplier for LXe scintillation readout



Context at CIREA

CIREA Company

PCB producer, specialized in large size PCB

Owned of CIRE group, recently integrated in ELVIA group

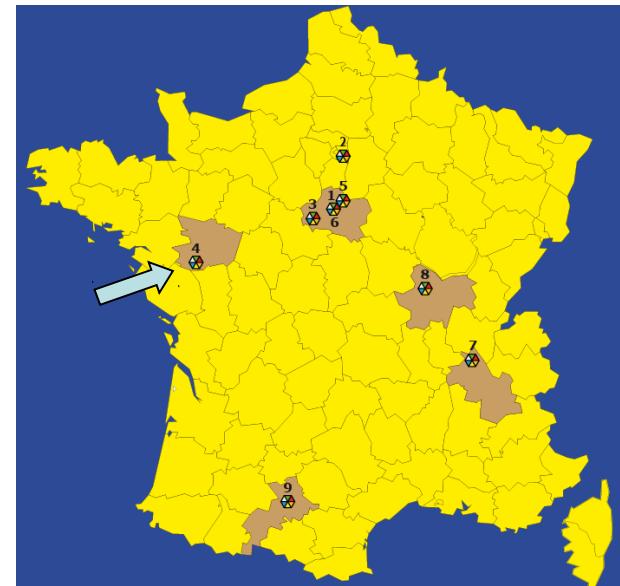


Interests in MPGD production

Interested by new markets and diversification

Bulk technology close to PCB production

Competence in integrated components in ELVIA-CIRE group → also interested by resistive MPGD technologies



Context at LAPP Annecy

DHCAL project

Digital hadronic calorimeter for ILC or CLIC

Goal: to develop a $1m^3$ demonstrator with high granularity and small detector thickness

Studies on large size Micromegas detector

Read-out by large size Micromegas ($\sim 3m^2$)

Chip-on-board electronics integrated in PCB

Simulation of MM signals and discharge

Objectives of the project

Studies on discharge impact reduction

Production of prototypes with different solutions: different types of resistive layers, additional GEM foils, etc...

Tests on laboratory and beam

Studies on impact of cryogenic conditions

SPICE simulation of MM detectors

Development of a framework for MM detectors, protection circuit and read-out electronics

Calibration of the model using real data measured on prototypes

Optimization of detector design using this tool: resistor values for resistive detectors, protection circuits

Studies on integration of protection circuits in the PCB or in dedicated chips

Industrialization of bulk production

Technology transfer of bulk production to CIREA company

R&D for optimization of production of large size bulk MM on honeycomb sandwich

R&D on industrialization of production of resistive boards in ELVIA group

Specific studies on impact of cryogenic conditions

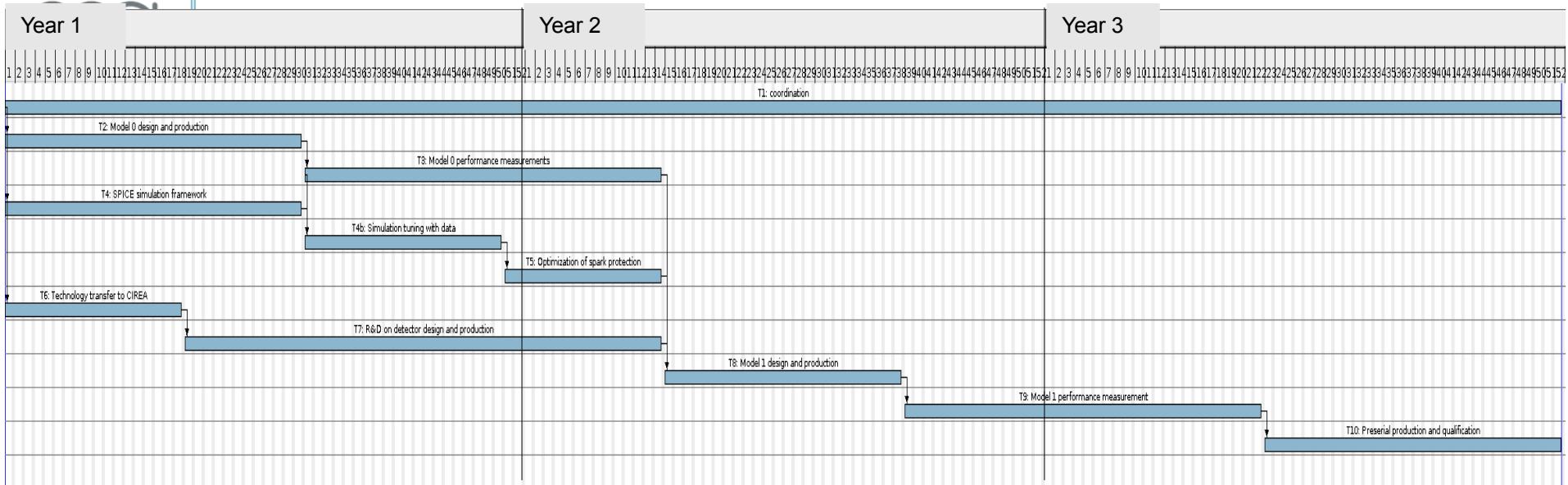
Validation of R&D results on demonstrators

Prototypes integrating most of the improvements coming from the R&D: design optimization, discharge rate reduction, resistive layer or integrated protection circuits, etc...

Validation of industrialization by a pre-serial production

Timeline of the project

Irfu



Budget allocated by the ANR agency

Total budget: 520k€

Dispatched over the 3 years 2011 to 2014

Institut	Equipments	Supplies	Personals	Travels	Environment	Total (in k€)
IRFU	26	41	109	11	12.5	200.1
Subatech	0	20.9	45.6	4.2	2.8	73.5
CIREA	44.3	27.8	0	5.4	17	95
LAPP	9.5	36	94	6.5	5.8	151.2
Total						520

About IRFU – CIREA collaboration

Collaboration initiated since 2010

Integrated in SPLAM project to officialize and amplify the collaboration (also to get money !)

Goal: technology transfer and industrialization of bulk MM boards, also resistive detectors

Present status

Most of the technology transfer done, CIREA working to adapt bulk processes to their own environment

Production of a 10x6cm² detector (TF10) at CIREA, tested good at Saclay

Still some difficulties with the photosensitive overlay used at CIREA (bubbles, cleaning)

Tests on production of large size detectors (PLV3 60x15cm² active area) in progress

Discussions on resistive layers started

Goals for 2012

Production of working PLV3 detectors, to be tested at Saclay

Production of large size (40x40cm² active area) prototypes on honeycomb sandwich

Definition and production of a test board on resistive layers

Production of TF10 resistive detectors (both “buried resistors” and “à la Joerg” schemes aimed)

Production of large size resistive prototype end of the year

Conclusions

ANR financing will help the development on large size Micromegas detectors

R&D on discharge impact reduction

SPICE simulation and optimization of MM designs

Industrialization with the CIREA company

Still to be discussed

Consortium agreement, in particular on intellectual property

Spares

Implications dans le projet SPLAM

Activité actuelle = partie des tâches 2 et 3 (développement et tests de protos Model 0 grande taille)

Les protos ressemblent à un possible « Model 0 L »

*1 proto MM+GEM prêt, 1 quasi prêt, 1 proto résistances enterrées pour l'automne
Caractérisation (efficacité, résolutions) des protos au Cern à Compass*

Intérêt pour la simulation SPICE (T5)

Utilisation de la simulation pour optimisation des caractéristiques de l'électronique de lecture et du circuit de protection

Fort intérêt pour la R&D sur les process de production (T7)

Nécessaire pour la production des détecteurs en série

*Participation aux développement de détecteurs bulk grande taille sur nid d'abeille
Développement et tests de détecteurs avec composants enterrés*

Intérêt pour prod et tests des protos finals et présérie (T8 à 10)

Production de protos avec feuille GEM ou résistances enterrées à CIREA

Tests en faisceau

Liste des tâches du projet

T2 et T3: production et tests de prototypes « Model 0 » petite et grande taille

4 grand protos (CERN): 1 standard, 2 MM+GEM, 1 résistances enterrées

N petits protos (Saclay): à définir

Tests en labo puis en faisceau, mesures électriques pour la simulation

Tests en conditions particulières: champ magnétique, cryo

T4 et T5: développement d'un modèle électrique SPICE de MM+électronique, optimisation avec la simulation

Modèle générique électrique des détecteurs MM: simulation de signaux et de décharges, cross-talk, temp mort de lecture

Modèle à développer pouvant simuler différentes géométries de détecteurs MM et différentes électroniques (AFTER, APV, Microroc).

Intégration du comportement de couches résistives, extension au domaine cryo

Utilisation pour l'optimisation du Model 0 et des détecteurs des différents groupes

T6: Transfert de technologie vers CIREA

Production de petits (TF10) puis de grand prototypes bulk à CIREA et validation à l'IRFU

T7: R&D pour améliorer et industrialiser les processus de production

R&D sur les processus de production avec différents buts:

détecteurs bulk avec faible budget matière → sandwich nid d'abeille, PCB avec cuivre aminci, pistes aluminium ?

composants intégrés dans le PCB: résistances enterrées, circuit de protection intégré au PCB

micro-grille segmentée pour des MM de grande taille

adaptation aux conditions cryogéniques, matériaux résistant aux basses températures

T8 et T9: Production et tests de prototypes Model 1 incluant les améliorations de la tâche T7

Prototypes pouvant inclure composant intégrés (circuit de protection ou résistances enterrées), micro-grille segmentée, PCB sur nid d'abeille, matériaux cryo

Tests en labo: mesures de gain en source, générateur de spark, conditions cryo et fort champ magnétique

Tests en faisceau: Compass (muons, hadrons), ailleurs ?

T10: production et qualification de détecteurs de pré-série

Production dans les conditions de la série

Qualification en labo, comparaison des performances des différents détecteurs

Liens entre tâches et deliverables

Task number	Time of delivery	Deliverable name	Responsible
2	year 1 week 8	"Model 0" S and L designs	M. Anfreville
2	year 1 week 30	"Model 0" S and L prototypes	M. Anfreville
3	year 1 week 34	Measurement of electrical characteristics of prototypes	D. Neyret
3	year 2 week 14	Report on prototype performance and publication	D. Neyret
4	year 1 week 30	Implementation of the simulation framework	R. Gaglione
4	year 1 week 50	Simulation framework tuned on detector data	R. Gaglione
5	year 2 week 14	Optimized design of the protection circuit	R. Gaglione
6	year 1 week 18	Bulk prototypes produced by the Ciréa Company	S. Aune
7	year 2 week 14	Performance measurements of large size prototypes for each R&D on detector design and production	S. Aune and T. Launay
8	year 2 week 22	"Model 1" design	S. Aune
8	year 2 week 38	"Model 1" prototypes	S. Aune
9	year 3 week 22	Report on "Model 1" prototype performance and publication	D. Neyret
10	year 3 week 51	Preserial prototypes with performance sheet	T. Launay

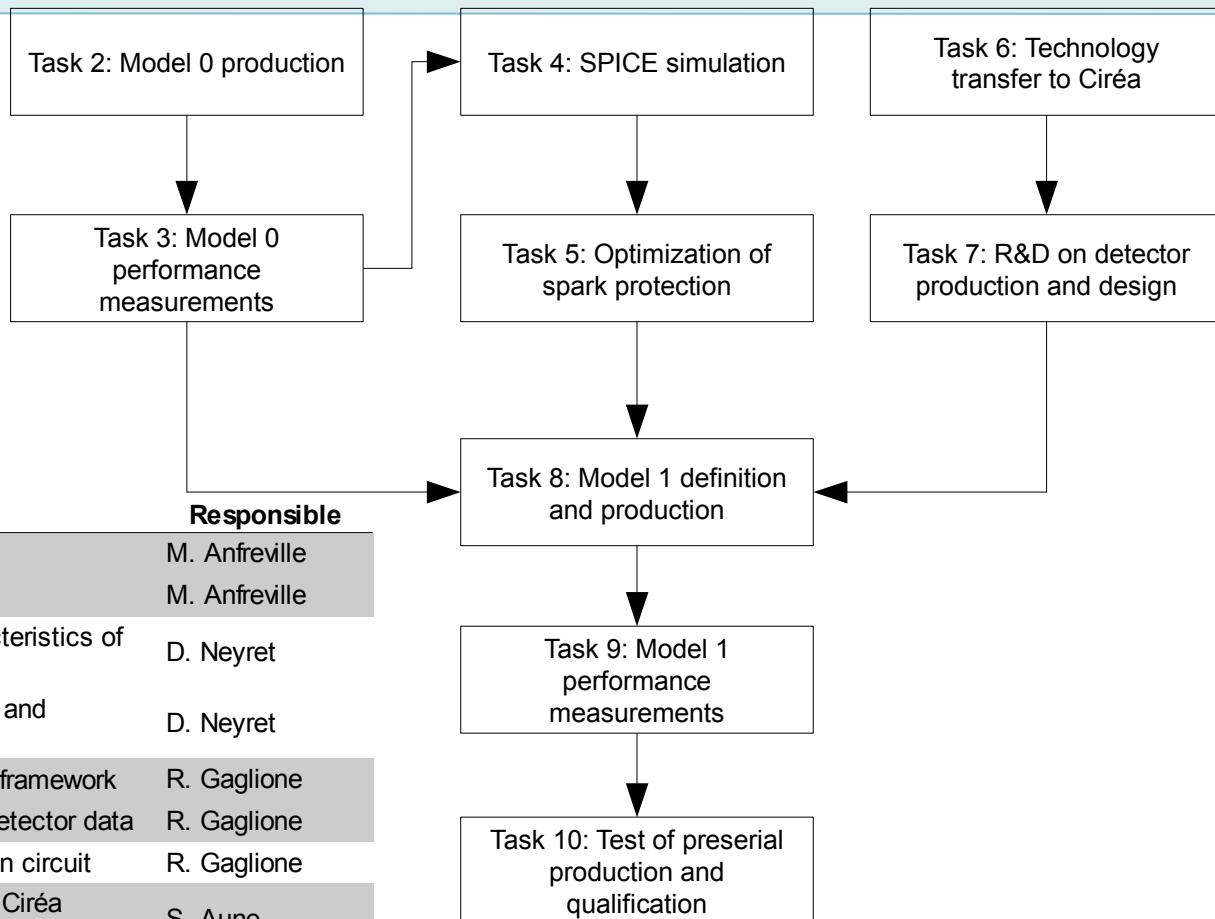
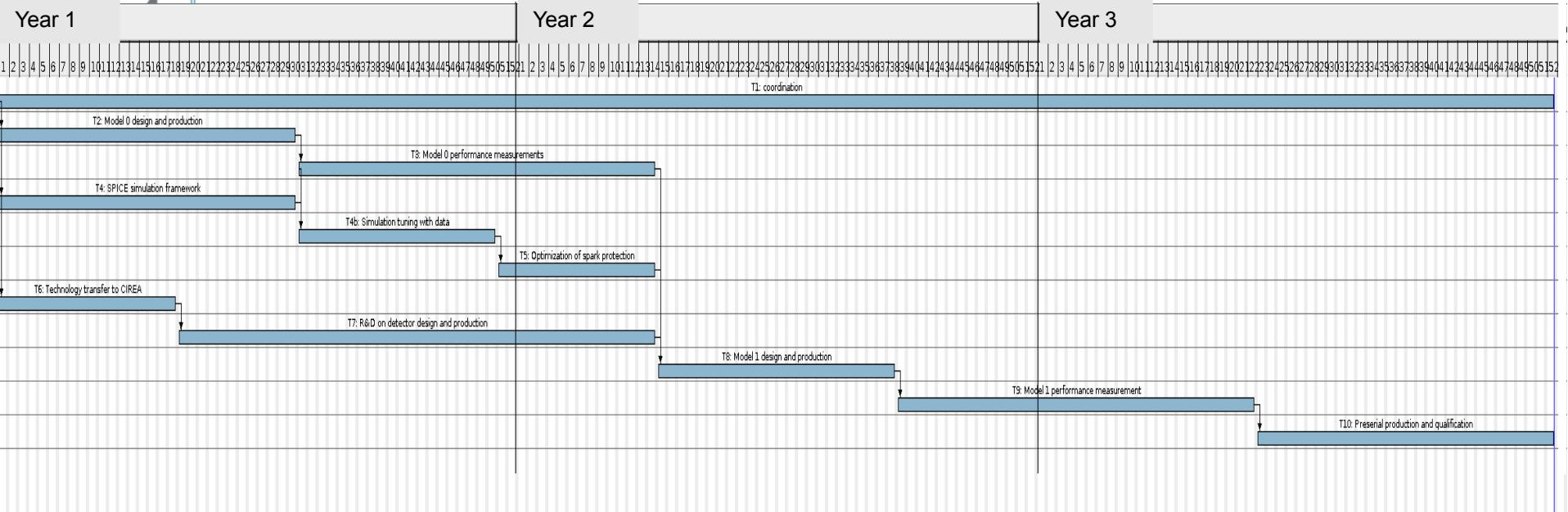


Diagramme des tâches



Organisation des tâches 2 et 3

T2 et T3: production et tests de prototypes « Model 0 » petite et grande taille

4 grand protos (CERN): 1 standard, 2 MM+GEM, 1 résistances enterrées

N petits protos (Saclay): à définir

Tests en labo puis en faisceau, mesures électriques pour la simulation

Tests en conditions particulières: champ magnétique, cryo

Responsables: M. Anfreville (T2), D. Neyret (T3)

Participants: IRFU/SEDI (design et production, installation en faisceau, mesures électriques), IRFU/SPhN (tests en labo, tests en faisceau), LAPP (contrôle du design, mesures électriques), Subatech (production et tests en condition cryo)

Organisation des tâches 4 et 5

T4 et T5: développement d'un modèle électrique SPICE de MM+électronique, optimisation avec la simulation

Modèle générique électrique des détecteurs MM: simulation de signaux et de décharges, cross-talk, temp mort de lecture

Modèle à développer pouvant simuler différentes géométries de détecteurs MM et différentes électroniques (AFTER, APV, Microroc).

Intégration du comportement de couches résistives, extension au domaine cryo

Utilisation pour l'optimisation du Model 0 et des détecteurs des différents groupes

Responsables: R. Gaglione (T4 et T5)

Participants: LAPP (développement du modèle, tuning sur données réelles, simulation de sparks), IRFU/SEDI (développement, tuning, intégration des électroniques front-end, simulation de sparks), Subatech (intégration des dépendances en température, simulation en conditions cryo)

Organisation des tâches 6 et 7

T6: Transfert de technologie vers CIREA

Production de petits (TF10) puis de grand prototypes bulk à CIREA et validation à l'IRFU

Responsable: S. Aune

Participants: CIREA (production des prototypes), IRFU/SEDI (fourniture des designs, finalisation des prototypes, tests en labo)

T7: R&D pour améliorer et industrialiser les processus de production

R&D sur les processus de production avec différents buts:

détecteurs bulk avec faible budget matière → sandwich nid d'abeille, PCB avec cuivre aminci, pistes aluminium ?

composants intégrés dans le PCB: résistances enterrées, circuit de protection intégré au PCB

micro-grille segmentée pour des MM de grande taille

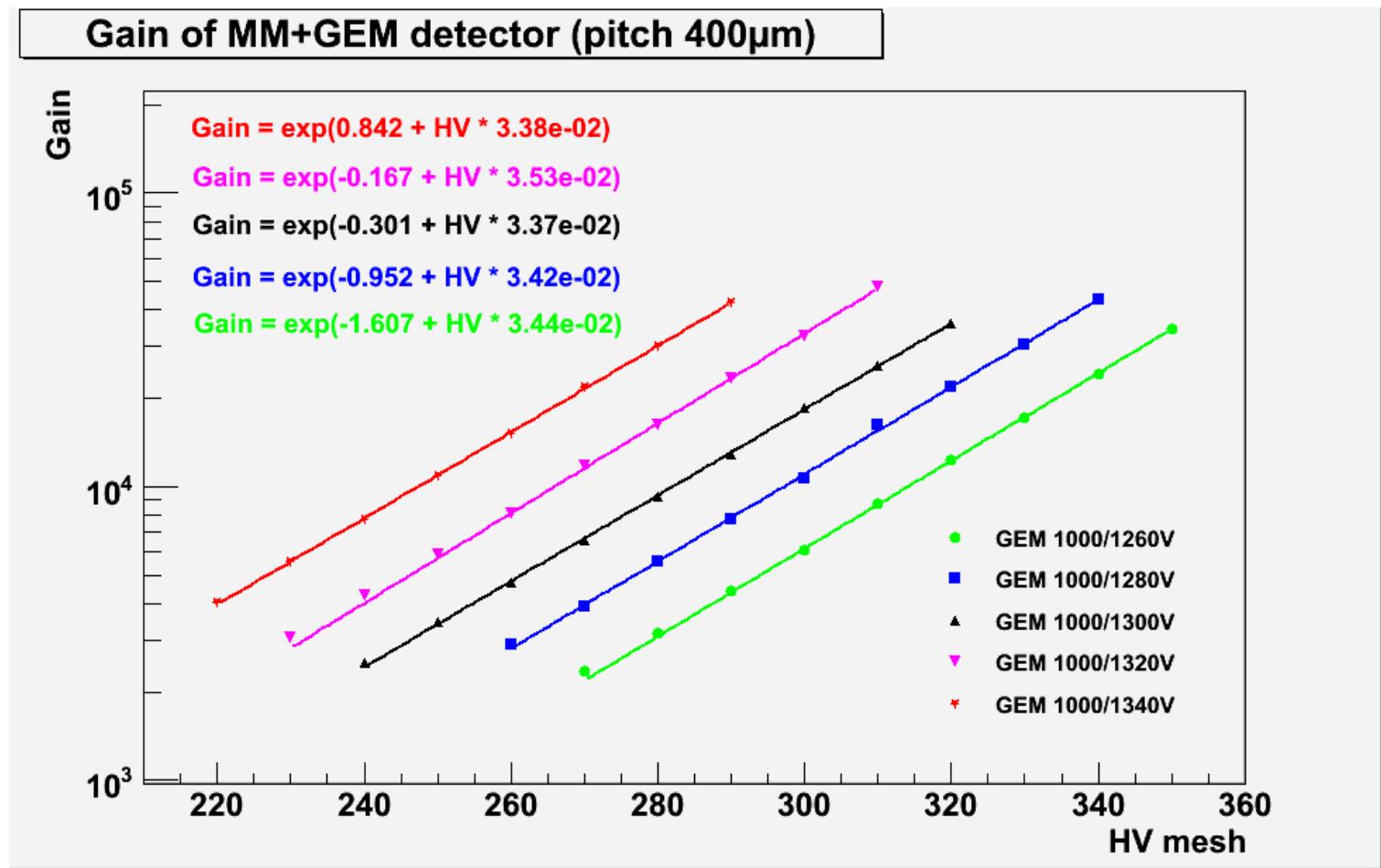
adaptation aux conditions cryogéniques, matériaux résistant aux basses températures

Responsable: T. Launay, S. Aune

Participants: IRFU/SEDI (coordination R&D nid d'abeille et grilles segmentées), CIREA (coordination PCB composants intégrés, études process de production), Subatech (coordination R&D conditions cryo, tests en conditions cryo), LAPP (tests des circuits de protection intégrés), IRFU/SPhN (tests des prototypes en labo, éventuellement faisceau)

SPARES

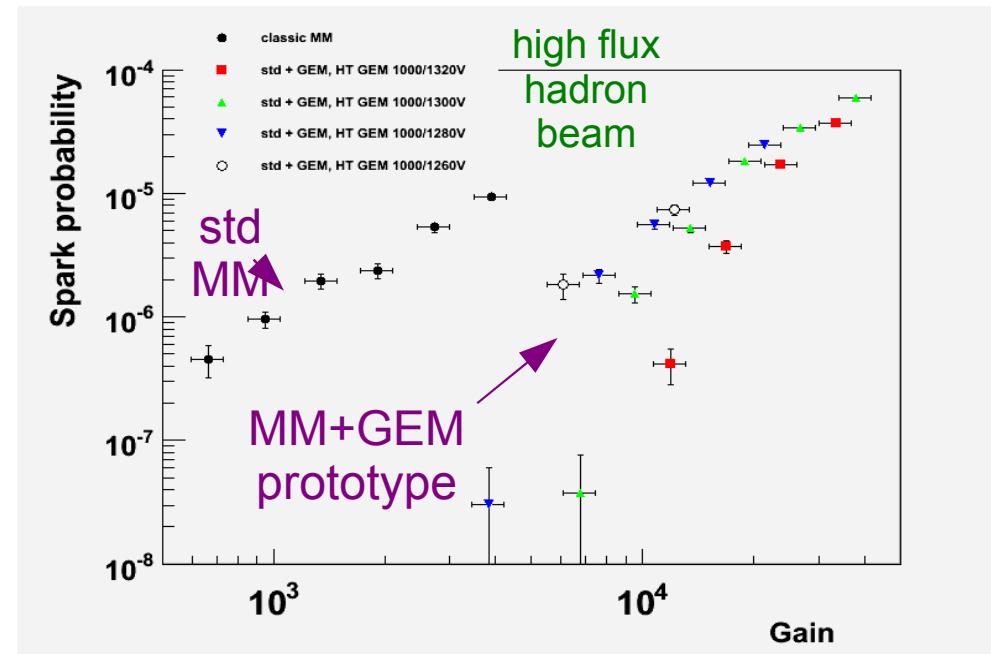
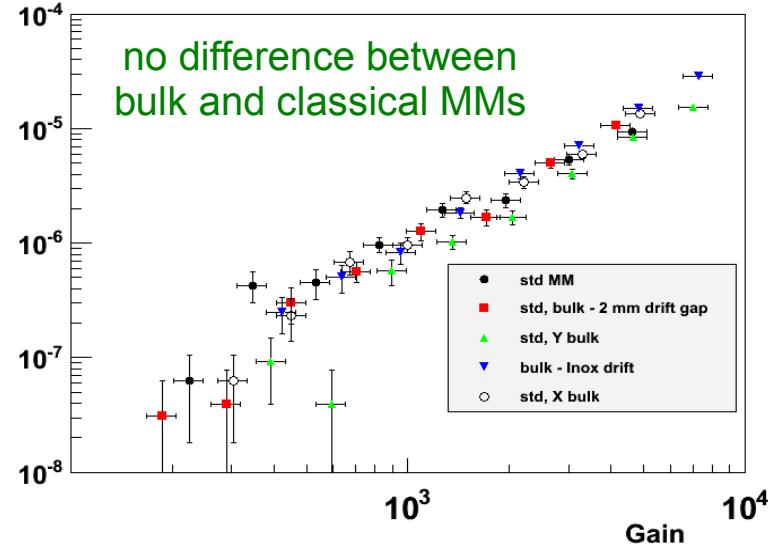
Gain of “MM+GEM” detector



2 parameters only: HT mesh and HT top GEM
Gain detector = gain MM * gain GEM

Spark probability of MM+GEM (2009 tests)

Irfu



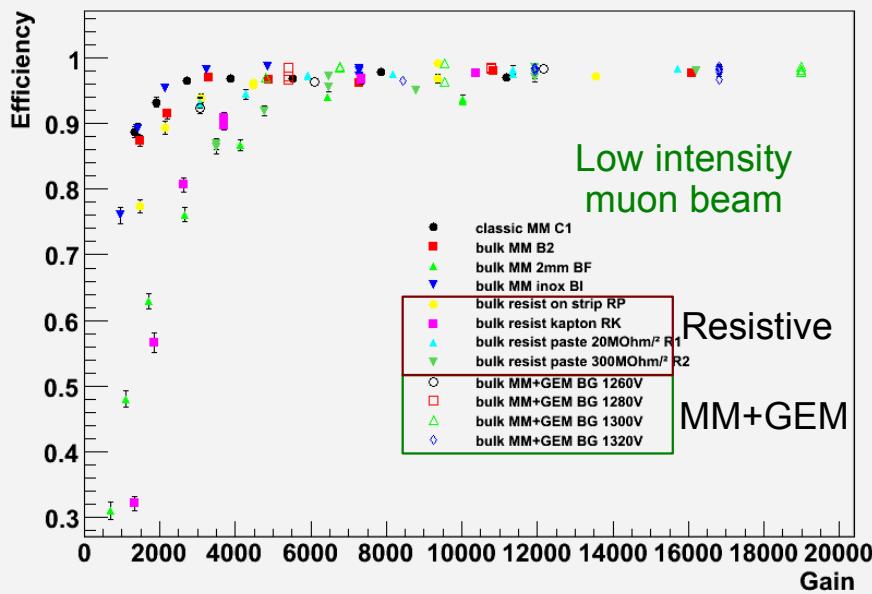
Rate reduced by 10 to 100 with MM+GEM prototype compared to standard Micromegas

Efficiencies and cluster sizes vs gain (2009 tests)

I r f u

cea

Efficiencies vs gain



Cluster sizes

Cluster size vs gain

