



# Les activités du Groupe Recherche et Etudes Détecteur

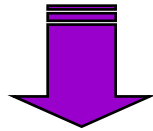
Journée Nouveaux Entrants au LAL, Jeudi 20 Janvier 2011

Véronique Puill

# Pourquoi un Groupe Recherche et Etude Détecteurs au LAL ?

Objectif : Etre prêt à s'impliquer dans la R&D des futurs projets de Physique des Particules, Astrophysique et Cosmologie.

Activité de R&D dans le domaine des détecteurs

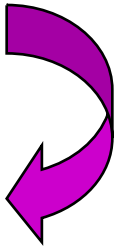


Création du Groupe Instrumentation fin 2003 (devenu Groupe recherche et Etude Détecteurs depuis peu)

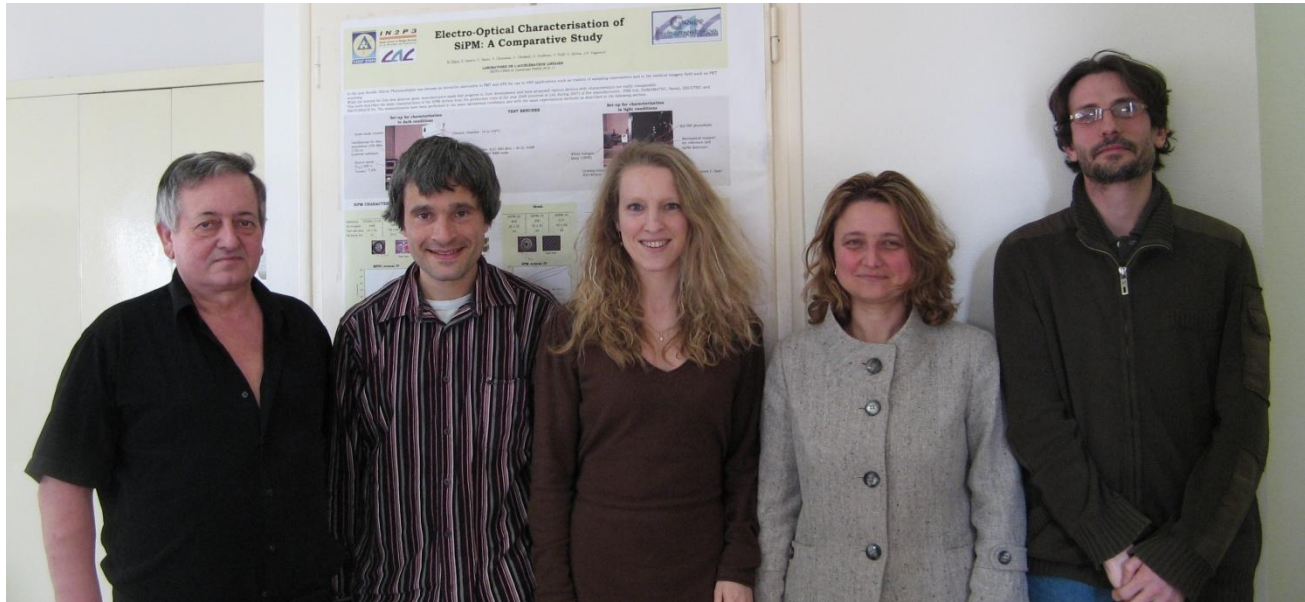
Ses missions :

R&D amont détecteurs de particules et photodétecteurs

Soutien technique aux Expériences des Groupes de Physique



# Notre équipe



+

Taïbi Ait Imando  
arrivé le 6/12/2010



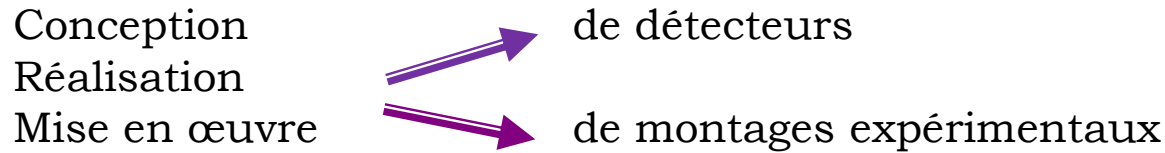
En collaboration avec  
le Pôle  $\Omega$  et l'IMNC

J.F Vagnucci, C. Bazin, V. Puill, N. Dinu, V. Chaumat (SERA, 50%)

Particularité du groupe :

- membres polyvalents
- formation en permanence à de nouvelles technologies, nouveaux concepts, nouveaux outils.

## LE DETECTEUR : UN INSTRUMENT COMPLEXE



- ❖ Physique (analyse, conception, simulation)
- ❖ Mécanique (dessin, fabrication de pièces simples à usiner, fabrication de cages de Faraday en Inox ou Cuivre)
- ❖ Electronique (circuits d'amplification, mise en forme, câblage ...)
- ❖ Informatique (acquisition de données - Labview)
- ❖ Optique (sources lumineuses, focalisation, ...)
- ❖ ... et même Menuiserie ! (fabrication de boîtes étanches à la lumière)

# Où sommes-nous ?

Bâtiment 209 a

Locaux : salle d'expérience (60 m<sup>2</sup>) climatisée + 3 bureaux + hall de montage



petit atelier  
mécanique



# Nos interactions avec le reste du laboratoire

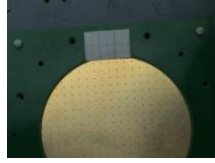
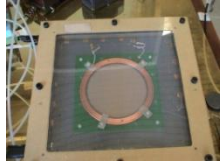
Nous bénéficions du soutien de la part de tous les autres services techniques :

- ✓ SDTM (Bureau d'étude, Réalisations mécaniques, Groupe du Vide)
- ✓ Electronique (Groupe Systèmes, Instrumentation électronique, Microélectronique, CAO)
- ✓ Informatique (Groupe support, Groupe Temps Réel)
- ✓ SERA (conseils techniques vide, cryogénie)

# Activité 1

## La R&D et Etudes Détecteurs

## Développement d'un nouveau type de détecteur Micromégas



Fabrication et caractérisation de nouveaux détecteurs

### BANC DE TEST

- mélangeur 2 gaz (Argon, Isobutane)
- cage de Faraday
- système d'acquisition de données multivoies (amplificateur Gasiplex + système SAFESAM de C. Cheikali et C. Sylvia → [note technique LAL](#))
- source radioactive scellée  $^{55}\text{Fe}$  (370 MBq)



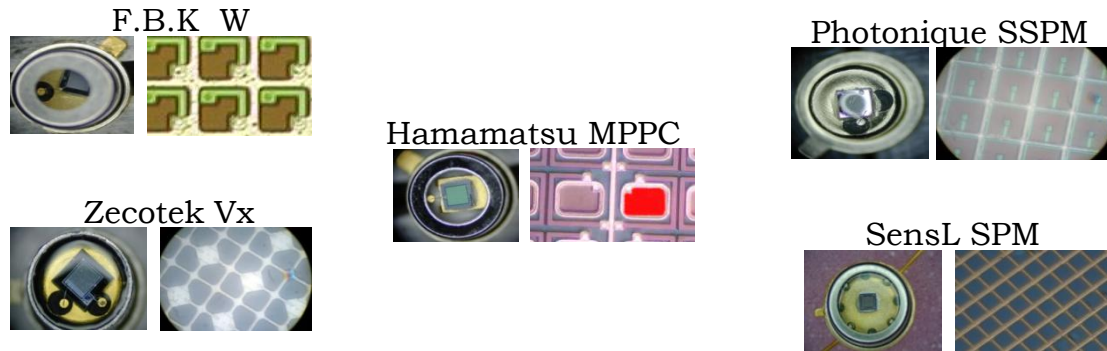
Présentation à IEEE NSS 2003 +  
article NIMA

Activité plus en cours aujourd'hui



# Image de l'état de l'art des SiPMs (Photomultiplicateurs Silicium)

## Projet 1 : Image de l'état de l'art des SiPMs (Photomultiplicateurs Silicium) de 1 mm<sup>2</sup> de surface active (5 fabricants, 10 dispositifs)



Sujet de l'étude : Caractérisation rigoureuse dans les mêmes conditions de mesure de différents types de SiPMs → développement de bancs de caractérisation très précis, minimisation des sources d'erreurs

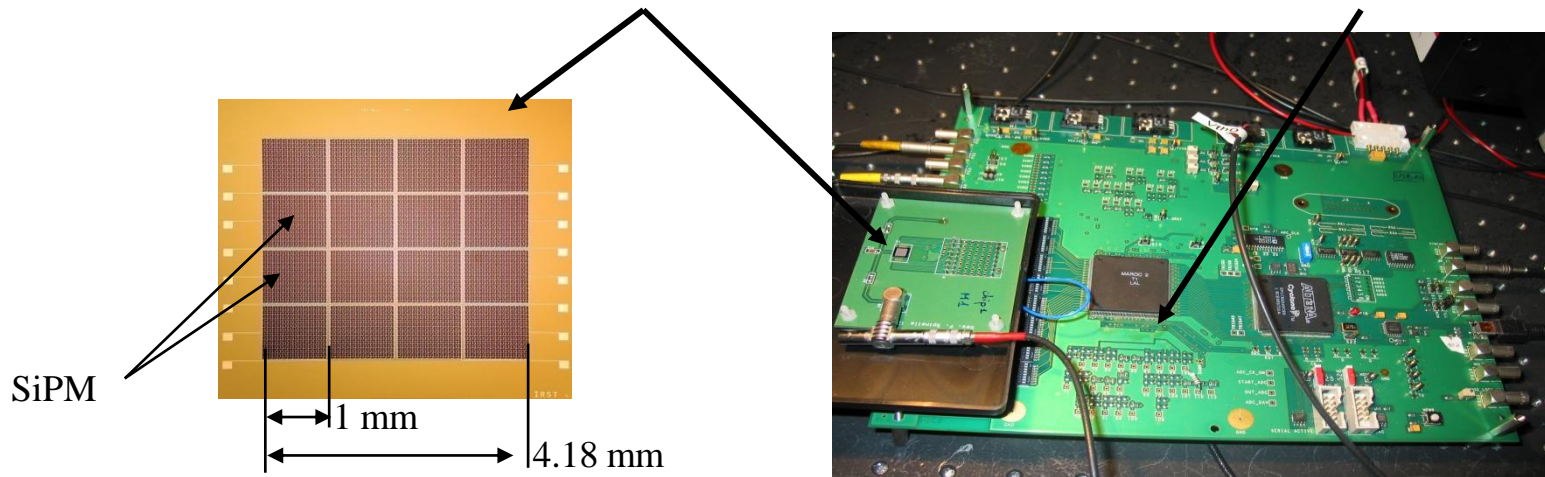


Présentation lors de la conférence internationale NDIP08, workshop Pixel 2008, séminaire interne LAL (voir notre page Web lorsqu'elle sera active où nous demander les références)

# Projet DEMEL

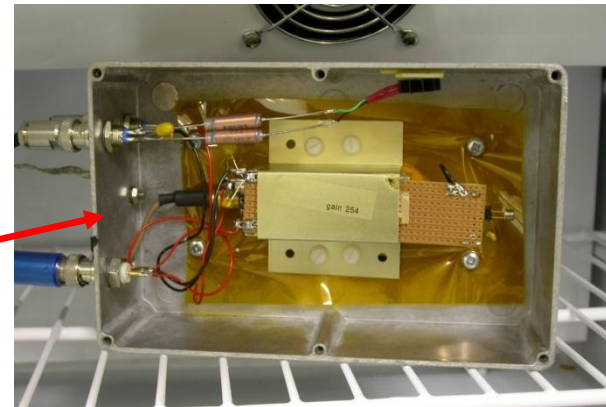
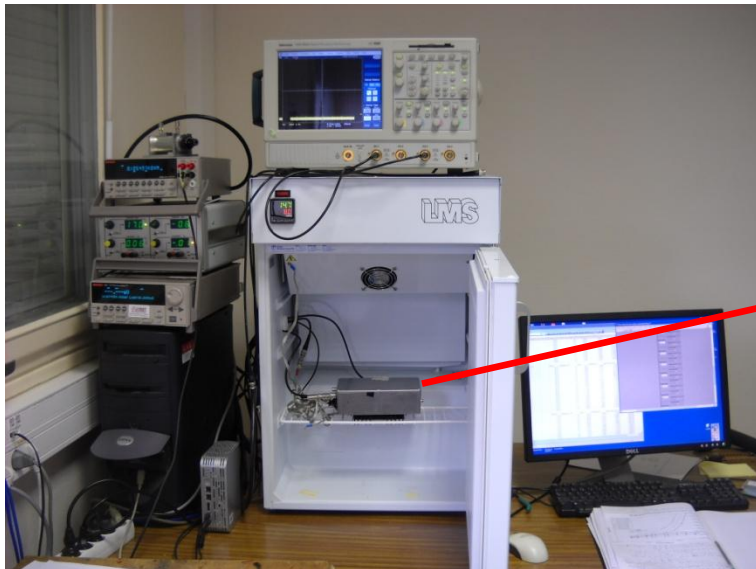
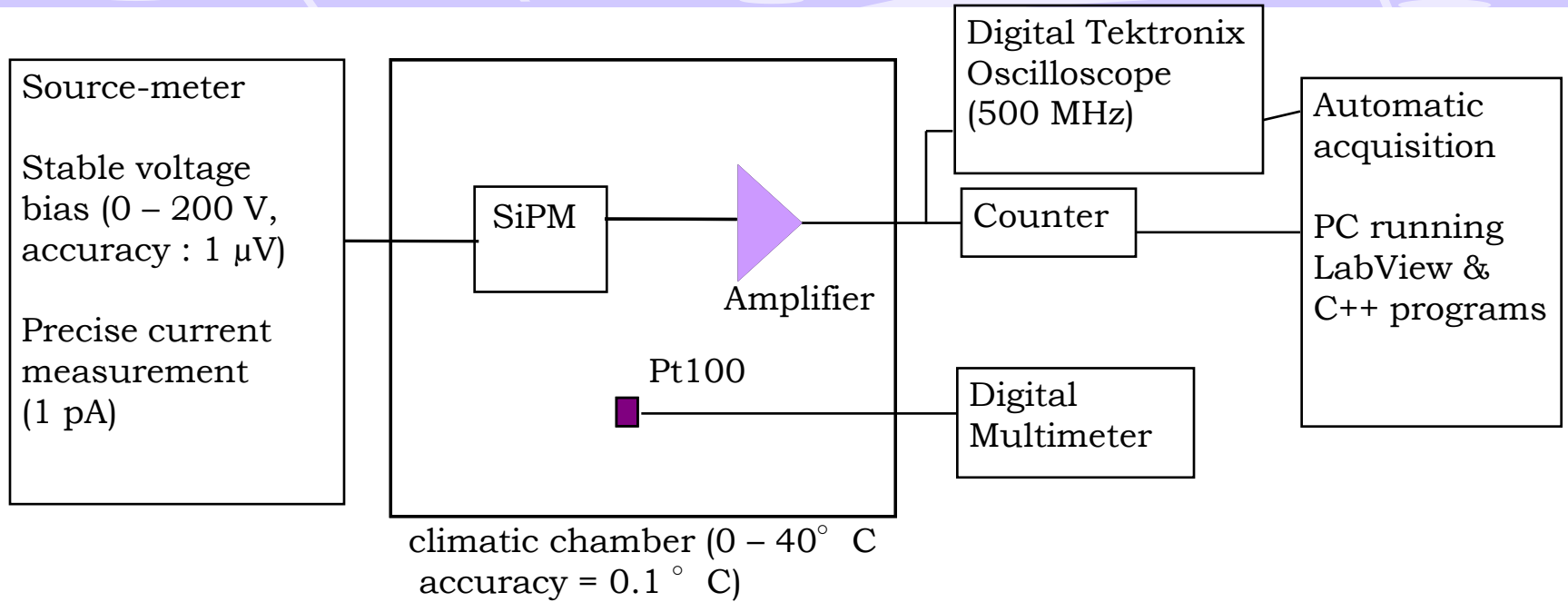
## **Projet 2 : DEMEL (Détecteur Matriciel avec Électronique de Lecture)** en collaboration avec OMEGA , Université de Pise, INFN, FBK

Sujet de l'étude : caractérisation d'une matrice de SiPMs (producteur : F.B.K) et d'un ASIC de lecture LAL (MAROC) : une première !

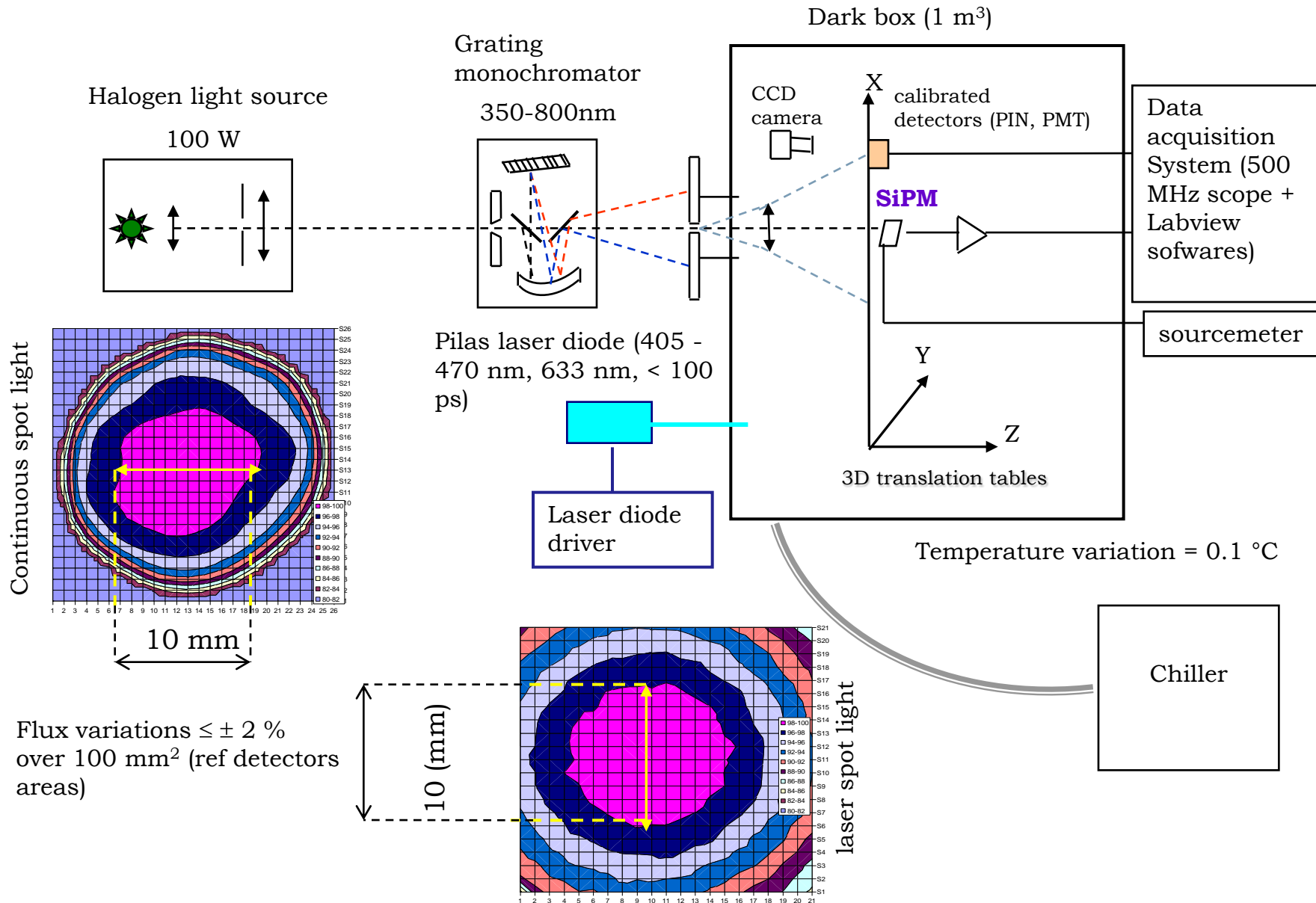


Présentation à NDIP08 + article dans NIMA

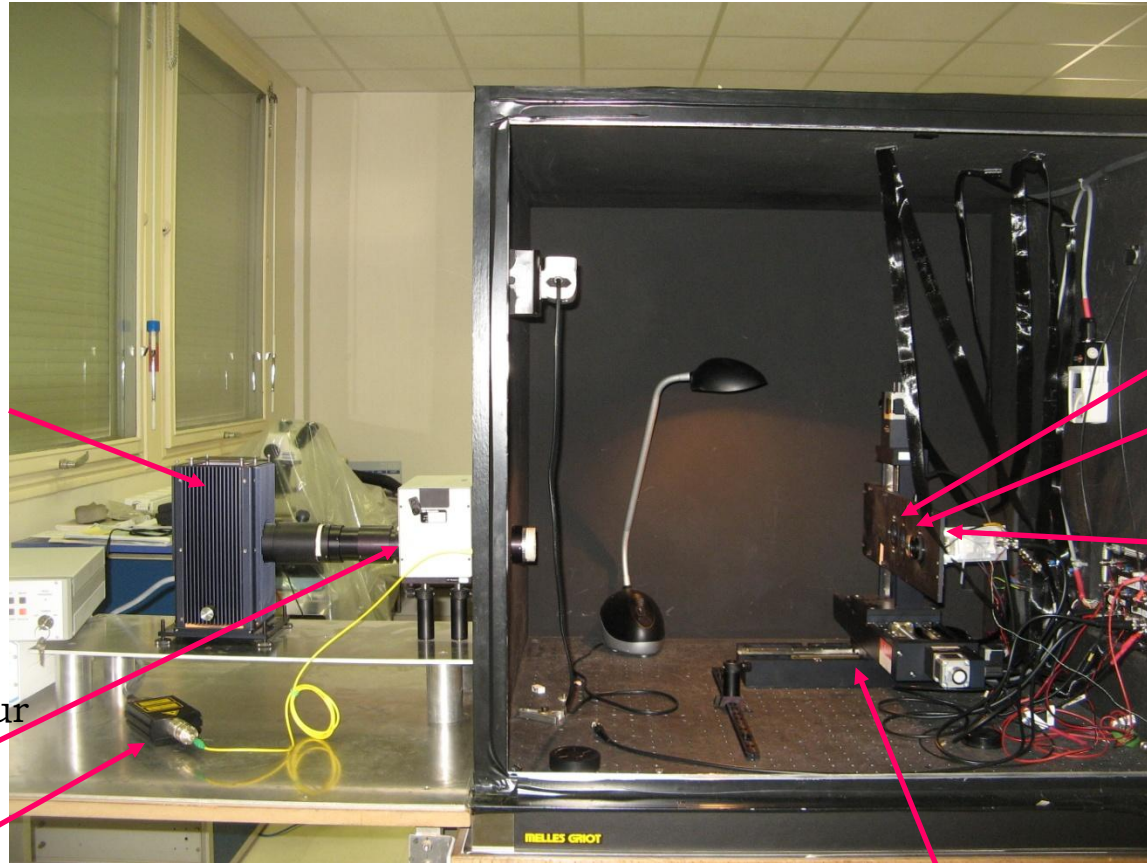
# Banc de caractérisation dans l'obscurité thermalisé



# Banc de caractérisation optique (source continue et pulsée)



# Banc de caractérisation optique (source continue et pulsée)



Lampe Halogen  
(100W)

monochromateur  
400-800nm

Diodes laser pulsées  
405 - 470 - 633 nm

Ref PMT calibré  
(R7400U-02)

Ref PIN photodiode  
(S3590-18)

SiPM + ampli

Table de translation XYZ (~ 6µm precision)

## Projet 3 : Caractérisation des SiPMs en fonction de la température (de -100 °C à 40 °C)

Sujet de l'étude : déterminer les variations des paramètres importants des SiPMs ( $V_{BD}$ , résistance, capa, gain, DCR, effets secondaires) avec la variation de température.

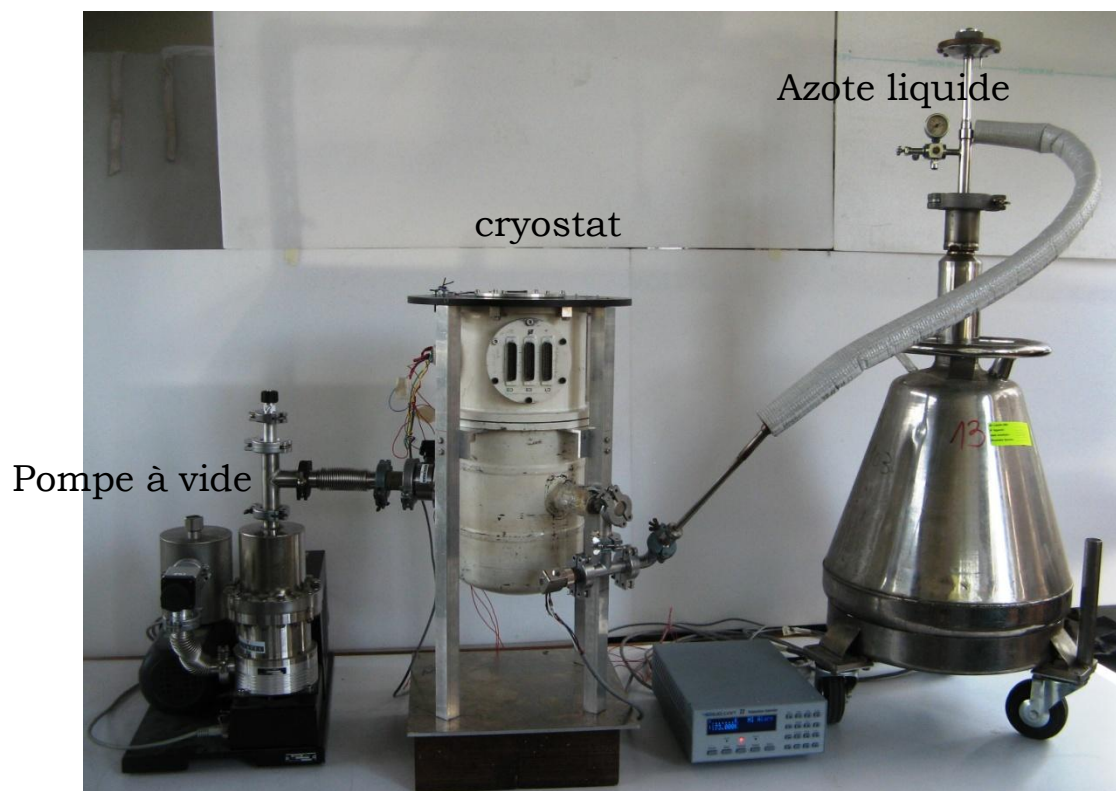
### Objectifs :

- Amélioration de notre compréhension théorique du détecteur.
- Information de la communauté scientifique sur les effets de la température sur ces détecteurs : intéressant dans le cadre de l'Astrophysique par exemple, du Spatial ou du Médical où des variations de températures parfois importantes sont observées → [présentation à IEEE NSS 2010](#) → [article](#)
- Ajout à notre base de données sur les SiPMs → permet de connaître les  $V_{BD}$  et gains des détecteurs en fonction de la température lorsqu'ils sont testés dans le banc optique.

**Projet toujours en cours : étude des effets secondaires, en collaboration avec FERMILAB**

# Banc de mesure cryogénique

Utilisation du banc de test cryogénique mis au point par notre Groupe pour les test de l'ASIC ASPIC à 173 K dans le cadre de l'expérience LSST



Avec l'aide du service  
Cryogénie de l'IPNO  
et des collègues du SERA  
et du groupe vide

Contrôleur de  
température

## Projet 4 : Mesure du SPTR des SiPMs

Sujet de l'étude : mesure de la résolution temporelle au photoélectron unique des SiPMs en fonction de la longueur d'onde, de la tension, de la température.

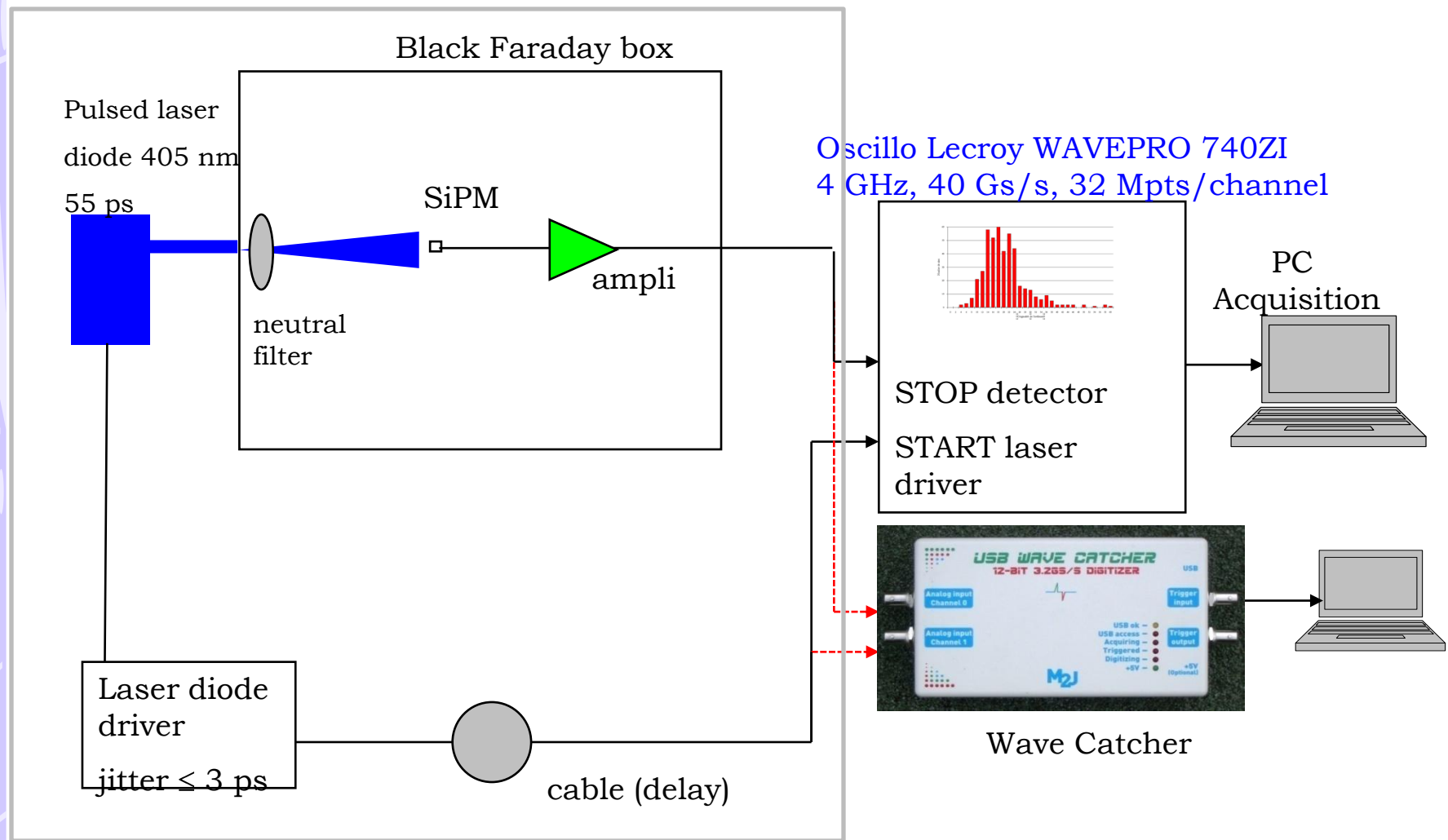
### Objectifs :

- Amélioration de notre compréhension théorique du détecteur
- Etude de faisabilité de l'utilisation des SiPMs dans le détecteur forward PID de SuperB
- Comparaison du SPTR des différents détecteurs → **présentation aux réunions de collaboration SuperB, workshop Timing Detector (Cracovie 2010) → article bientôt disponible**

**Projet toujours en cours : étude des de la température et des différentes longueurs d'onde**



# Banc de mesure de résolution temporelle



température contrôlée à  $\pm 0,1$  °C

## **Projet 5 : mesure ABSOLUE de la PDE (photodetection efficiency) des SiPMs**

Sujet de l'étude : mesure de la PDE absolue des SiPMs à +/- 5 % de 400 à 800 nm

### Objectifs :

- Calibration du banc optique → **article (à écrire)**
- Amélioration de notre compréhension théorique du détecteur SiPM.
- Comparaison de 2 méthodes de calculs de la PDE → **article (à écrire)**

**Projet toujours en cours : grande difficulté à traquer les incertitudes sur les mesures des différents paramètres conduisant au calcul de la PDE**

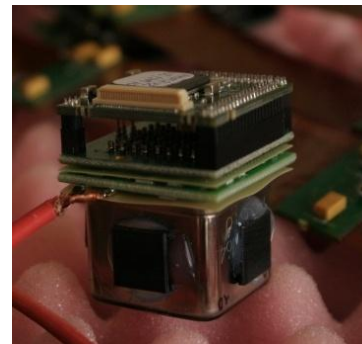
## Silicium Photomultiplicateur pour l'Imagerie Médicale

Collaboration avec l'IMNC (Imagerie et Modélisation en Neurobiologie et Cancérologie – porteur du projet, L. Menard) et le Pôle OMEGA (LAL, L. Raux)

Sujet de l'étude : Développement d'une sonde (matrice SiPMs + électronique miniaturisée) utilisable en bloc opératoire dédiée au traitement chirurgical du cancer

### Objectifs pour le groupe:

Caractérisation de matrices de SiPMs (à 37 °C) couplées à des scintillateurs + électronique miniaturisée (base ASIC : SPIROC)



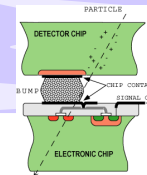
Taïbi travaille sur ce sujet (design de la carte + participation aux tests)

## Activité 2

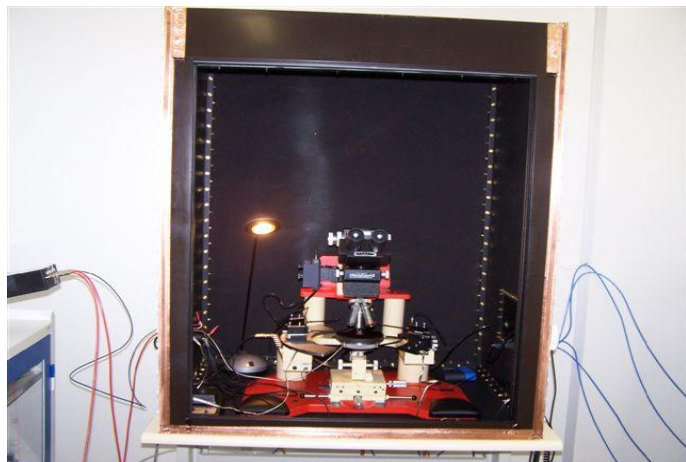
# Soutien technique aux expériences

Apporter un soutien technique au démarrage des projets de Recherche :

- Définition du cahier des charges avec les Physiciens, étude de faisabilité
- Conception, réalisation et mise au point de prototypes ou de bancs de caractérisation
- Evaluation des moyens, des budgets nécessaires à l'expérience



- ◆ Participation à l'installation d'un banc de test de détecteurs pixels planaires



Fabrication d'une cage de Faraday en Cuivre étanche à la lumière



Connections, câblage, fabrication de bride pour l'étuve sous vide ...

- ◆ Participation à la définition des pixels et des structures de test
- ◆ Caractérisation des profils de dopage des détecteurs (collaboration avec l'IEF) et mesures des détecteurs avant et après irradiation par proton au PS (CERN), fabrication et installation d'un banc pour l'étude de collection de charges (laser + source Sr 90)
- **présentation aux réunions de collaboration ATLAS → article bientôt disponible**

**Projet toujours en cours**



Sujet de l'étude : étude des MCP-PMTs (gain, résolution temporelle au photoélectron unique, cross-talk, uniformité) en collaboration avec le Groupe Système et le Groupe de Physique SuperB



Détecteurs caractérisés : Burle XP85012A, HAMAMATSU SL10 4 et 16 voies (prototypes)

## Objectifs :

- Compréhension du détecteur (tout nouveau pour nous)
- Comparaison de différents détecteurs pour le forward PID de SuperB → **présentation aux réunions de collaboration SuperB, présentation prévue à NDIP10**

**Projet démarré depuis peu**

# Groupe Recherche et Etudes Détecteurs

Nous faisons un travail passionnant, très varié sur beaucoup (trop ...) de projets différents demandant :

- \* Un effort continu
- \* Des personnes dont c'est l'activité principale
- \* Travailler en collaboration avec les autres services techniques du laboratoire
- \* Des moyens financiers indépendants pour la R&D et les études en amont

Tout ça est possible grâce à une équipe compétente, conviviale et courageuse (étant donné tout ce que nous nous sommes fixés comme objectifs ...)

**Vous êtes les bienvenus cet après-midi pour visiter notre salle d'expérience, votre agréable guide sera Nicoleta pour qui les SiPMs n'ont plus de secrets !**