

Introduction

- Le développement de nouveaux dispositifs d'imagerie biomédicale isotopique a nécessité la mise en place d'un banc de caractérisation de systèmes de photodétection.

Banc de test

- 2 enceintes thermostatées entre -10°C et 100°C (0.1°C) : Mermet, Binder
- Bras motorisé, déplacement micrométrique dans les 3 directions :
- Électronique de lecture mono-voie :
 - Amplis Miteq + Oscilloscope Tektronix DPO7254, 2.5 GHz, 40 GS/s
- Électronique de lecture multi-voie
 - SiPMs : ASIC EASIROC (Pôle Omega – LAL), CITIROC (Weeroc)
 - MA-PMT : ASIC HARDROC (LAL)
- Contrôle (température, courant de fuite), acquisition et traitement des données automatisés sous Labview
- Alimentations stabilisées Keithley 2611A

Caractérisation intrinsèque des photodétecteurs

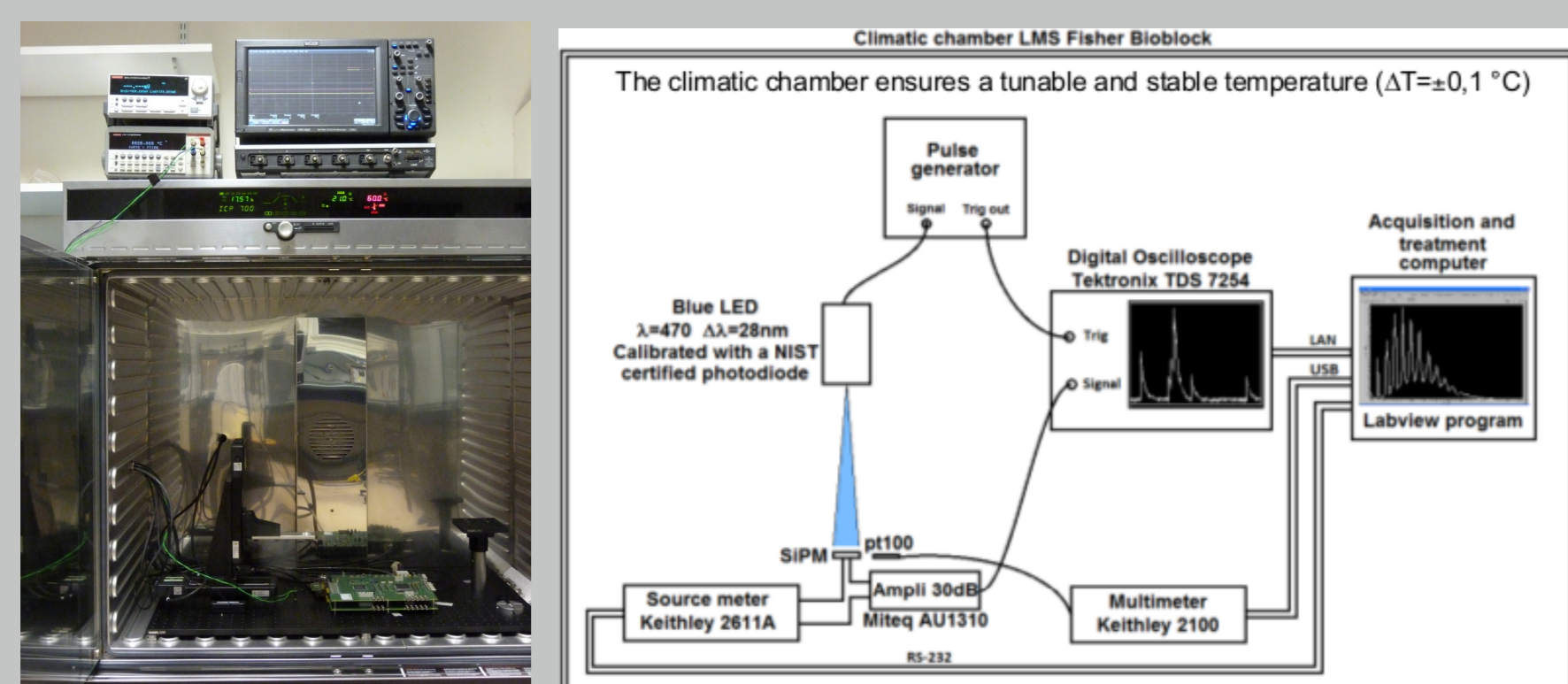


FIGURE 1 : Banc de test et setup de caractérisation avec LED

Matériel

- Drivers + tête pulsée Picoquant : 430 nm, 70 ps
- LED Nichia NSPB310A, 470 nm
- Photodiode silicium calibrée (GENTEC-EO, PH51-Si-BNC)

Efficacité de photodétection (PDE)

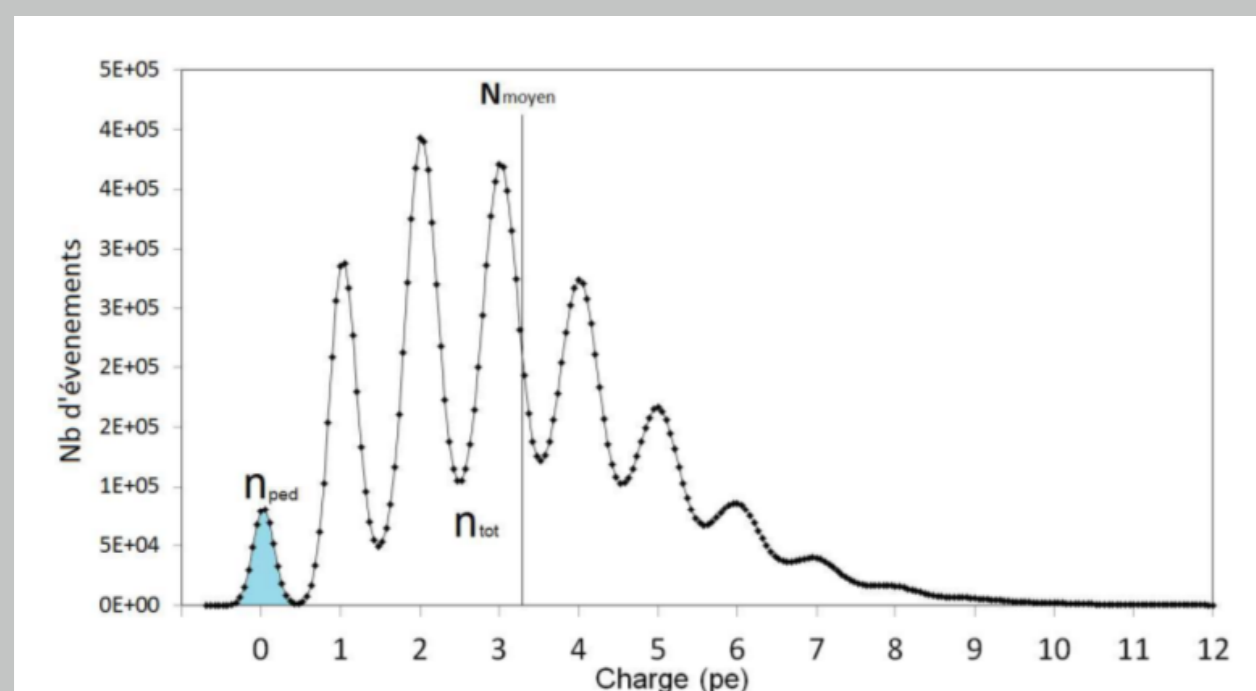


FIGURE 2 : Spectre de la LED utilisé pour le calcul de l'efficacité de détection

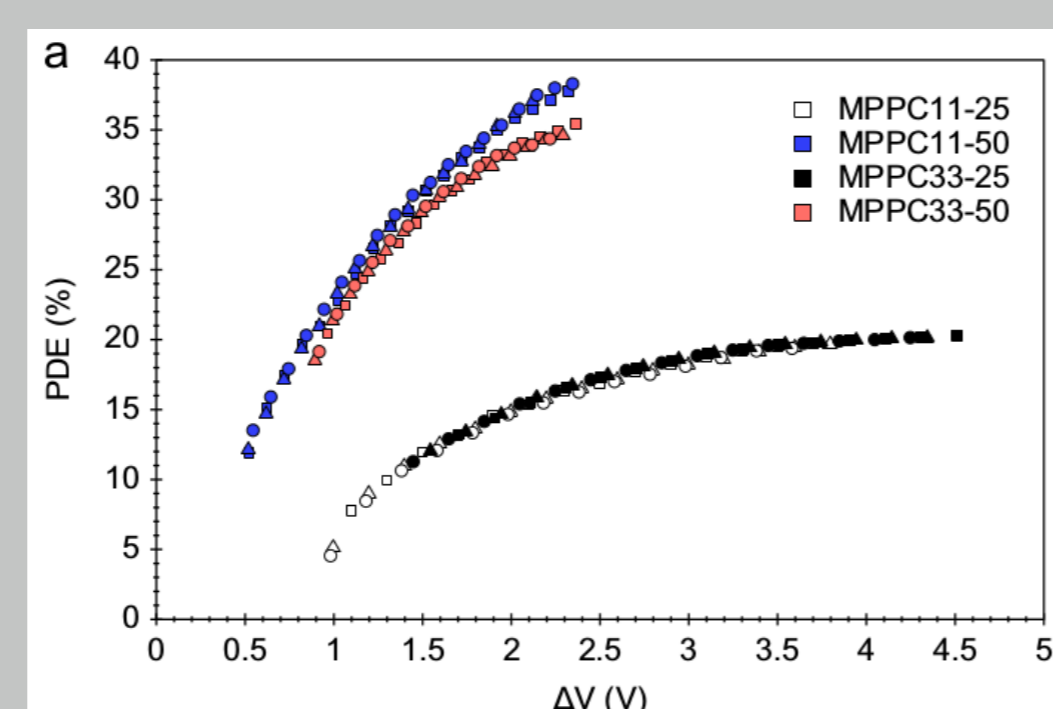


FIGURE 3 : PDE pour différents SiPMs différentes températures (20 – 38°C)

$$PDE = \frac{n_{pe}}{n_{ph}} = \frac{1}{n_{ph}} \left(-\ln \left(\frac{n_{ped}}{n_{tot}} \right) + \ln \left(\frac{n_{ped}^0}{n_{tot}^0} \right) \right)$$

Gain et probabilité de crosstalk

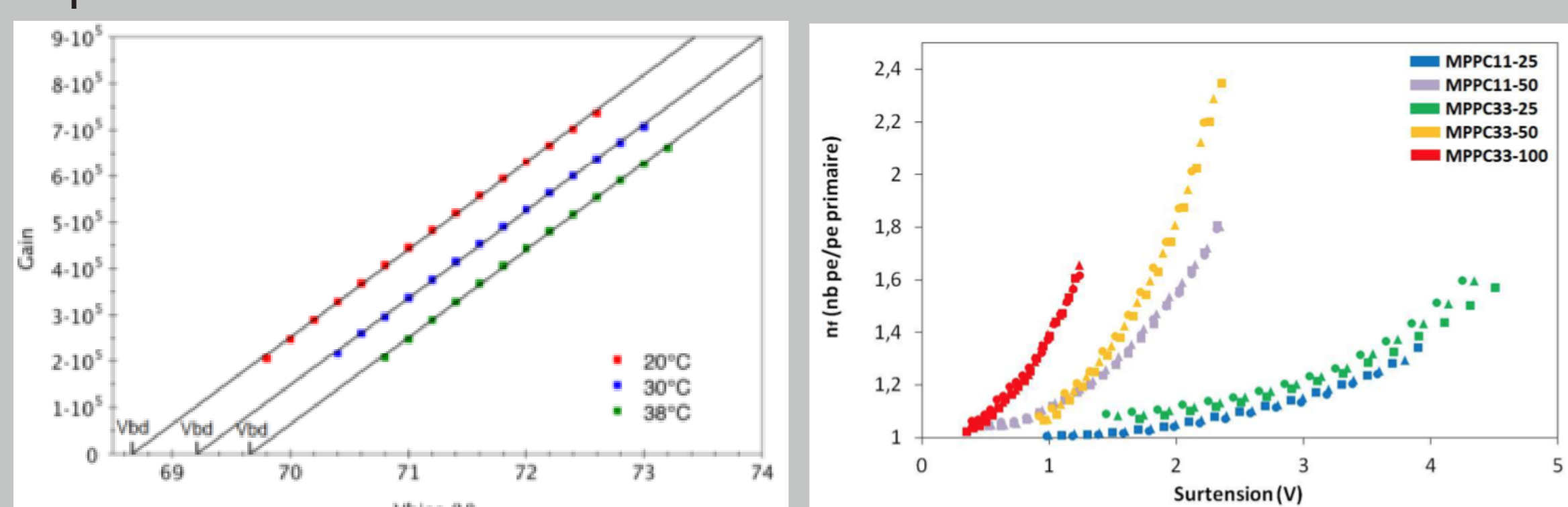


FIGURE 4 : Gain total et gain avec probabilité de crosstalk de SiPMs

Uniformité de réponse

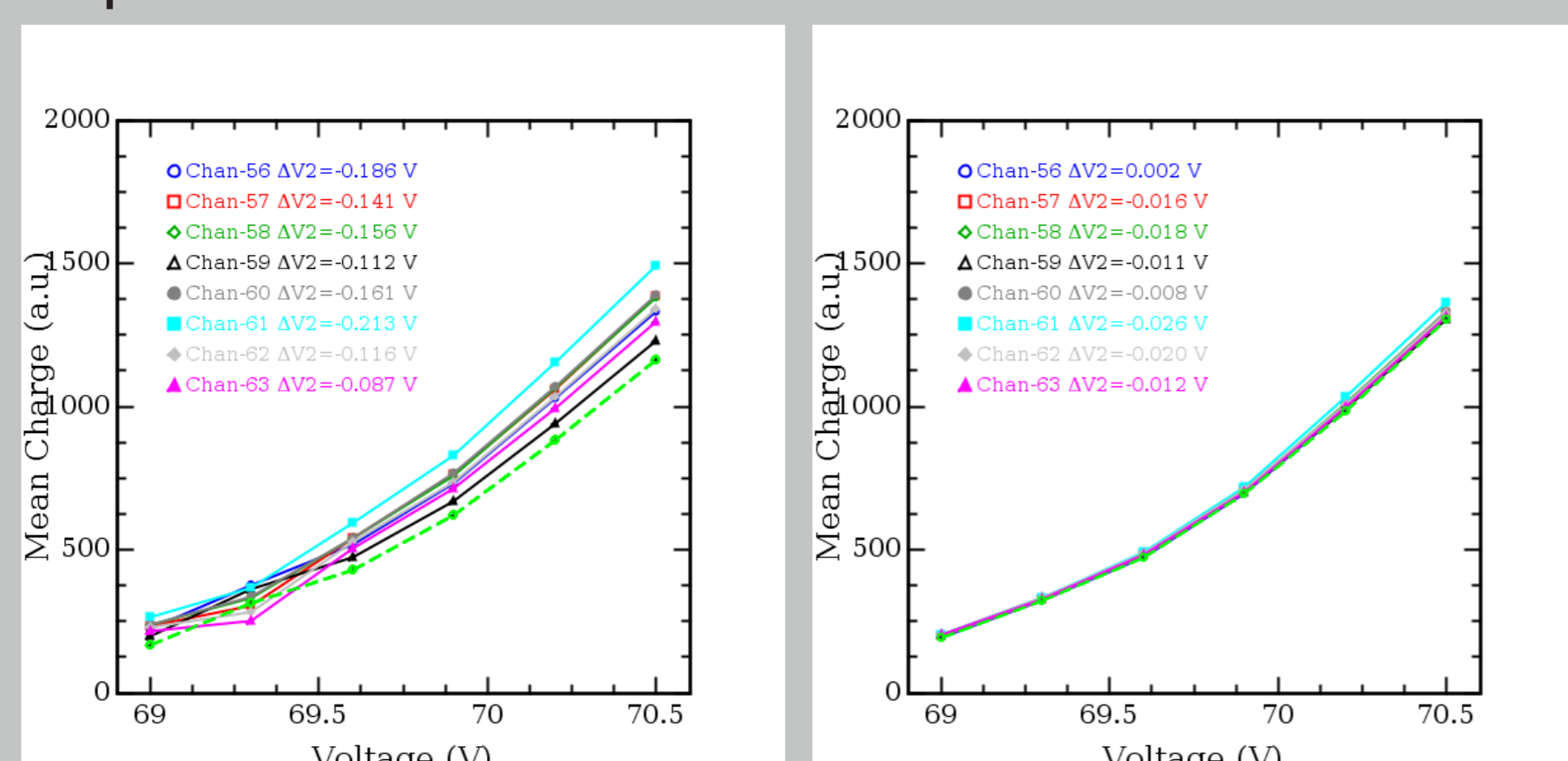


FIGURE 5 : Matrice de SiPMs avant et après ajustement des DACs

Caractérisation intrinsèque des photodétecteurs

Bruit d'obscurité

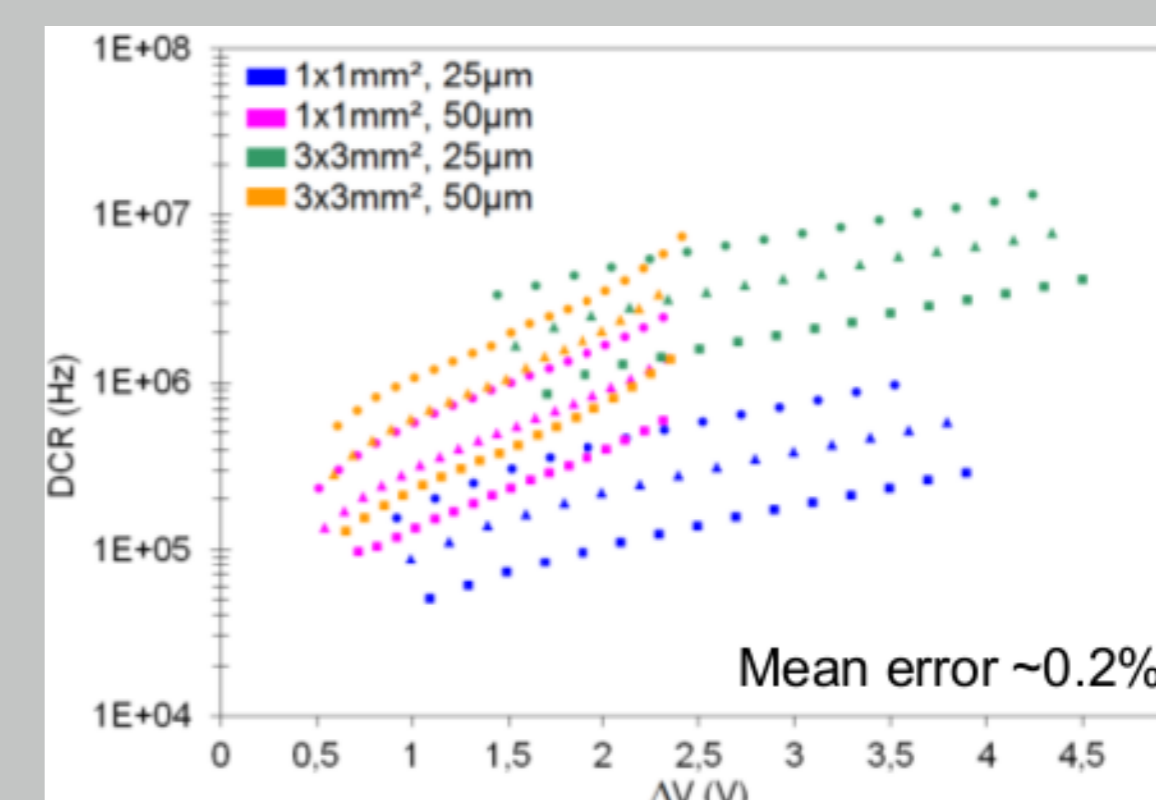


FIGURE 6 : Bruit d'obscurité pour différents SiPMs à différentes températures (20 – 38°C)

Effet de la température

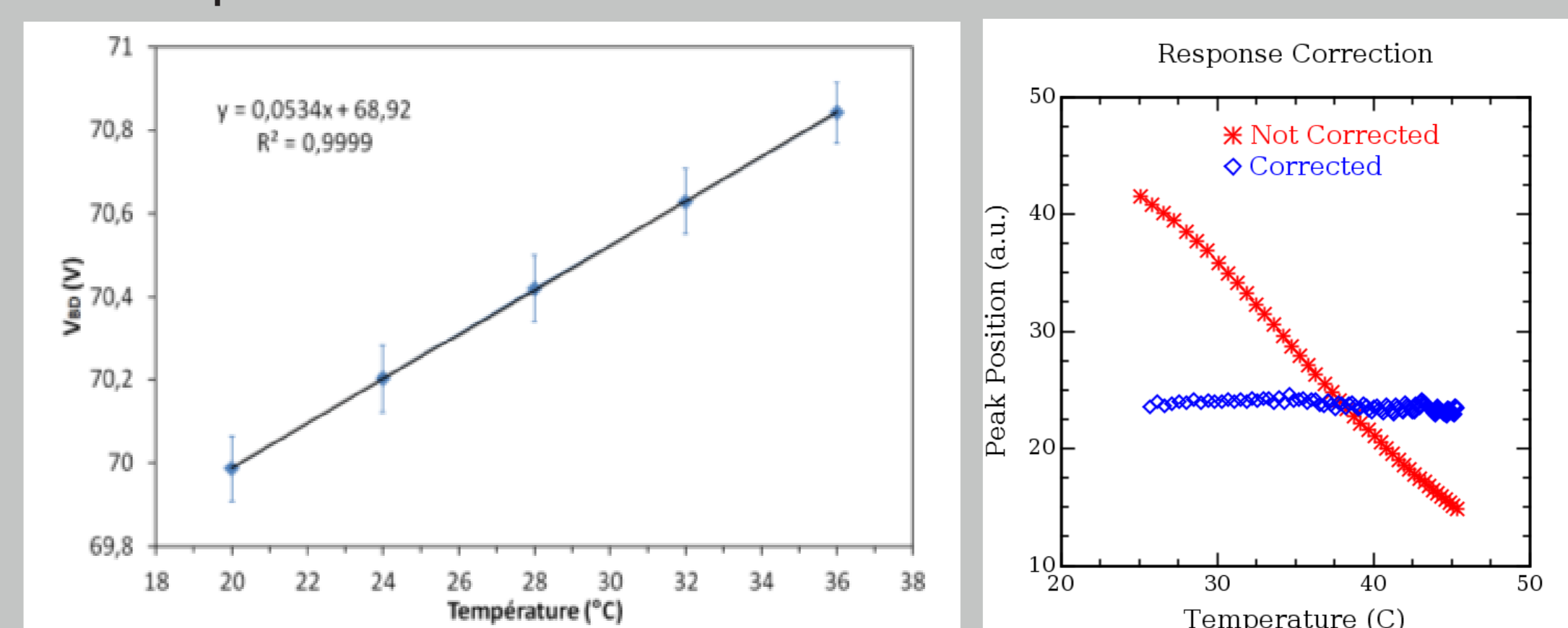


FIGURE 7 : Effet de la température sur le seuil d'avalanche et correction du gain sur des SiPMs

Mesures de Scintillation

Matériel

- Scintillateurs : LaBr₃(Ce), GaGG(Ce), p-terphenyl, plastiques, NaI(Tl), LYSO, GSO, BGO
- Source radioactives ponctuelles : ²²Na, ⁵⁷Co, ²⁰⁴Tl, ²⁴¹Am

Exemple : γ-caméra

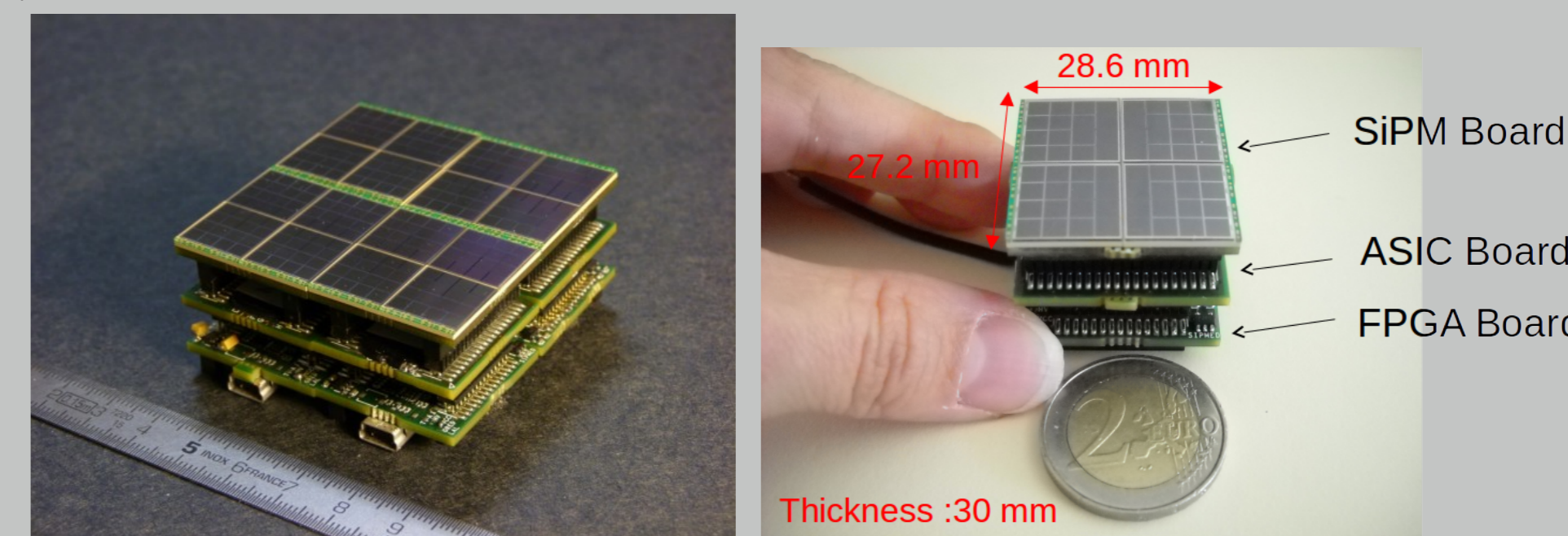


FIGURE 8 : Système de photodétection 256 voies et module unitaire 16 voies

Résolution énergétique et linéarité

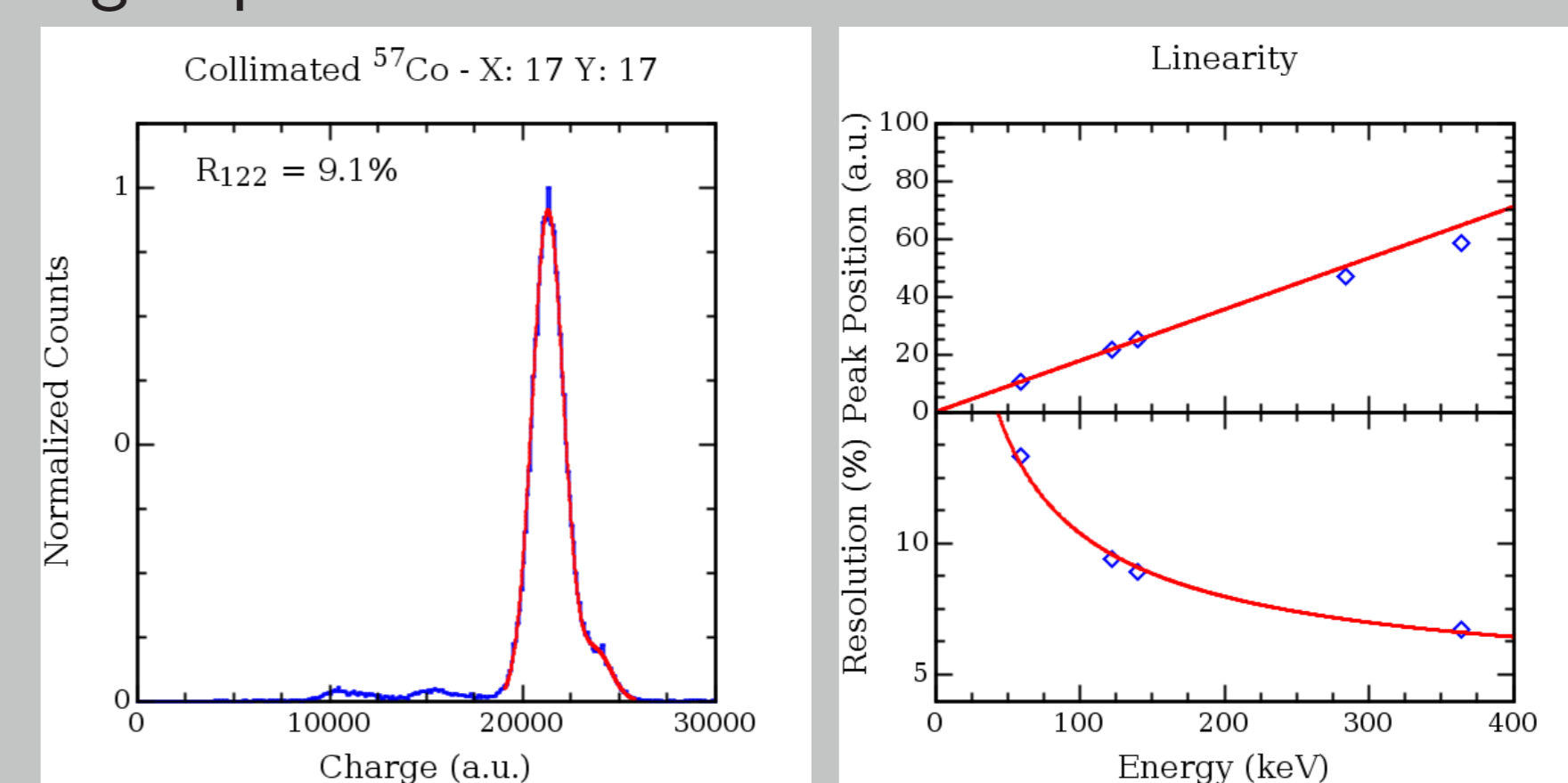


FIGURE 9 : Spectre et linéarité du LaBr₃(Ce) avec une matrice de 16 × 16 SiPMs

Résolution spatiale et uniformité de réponse spatiale

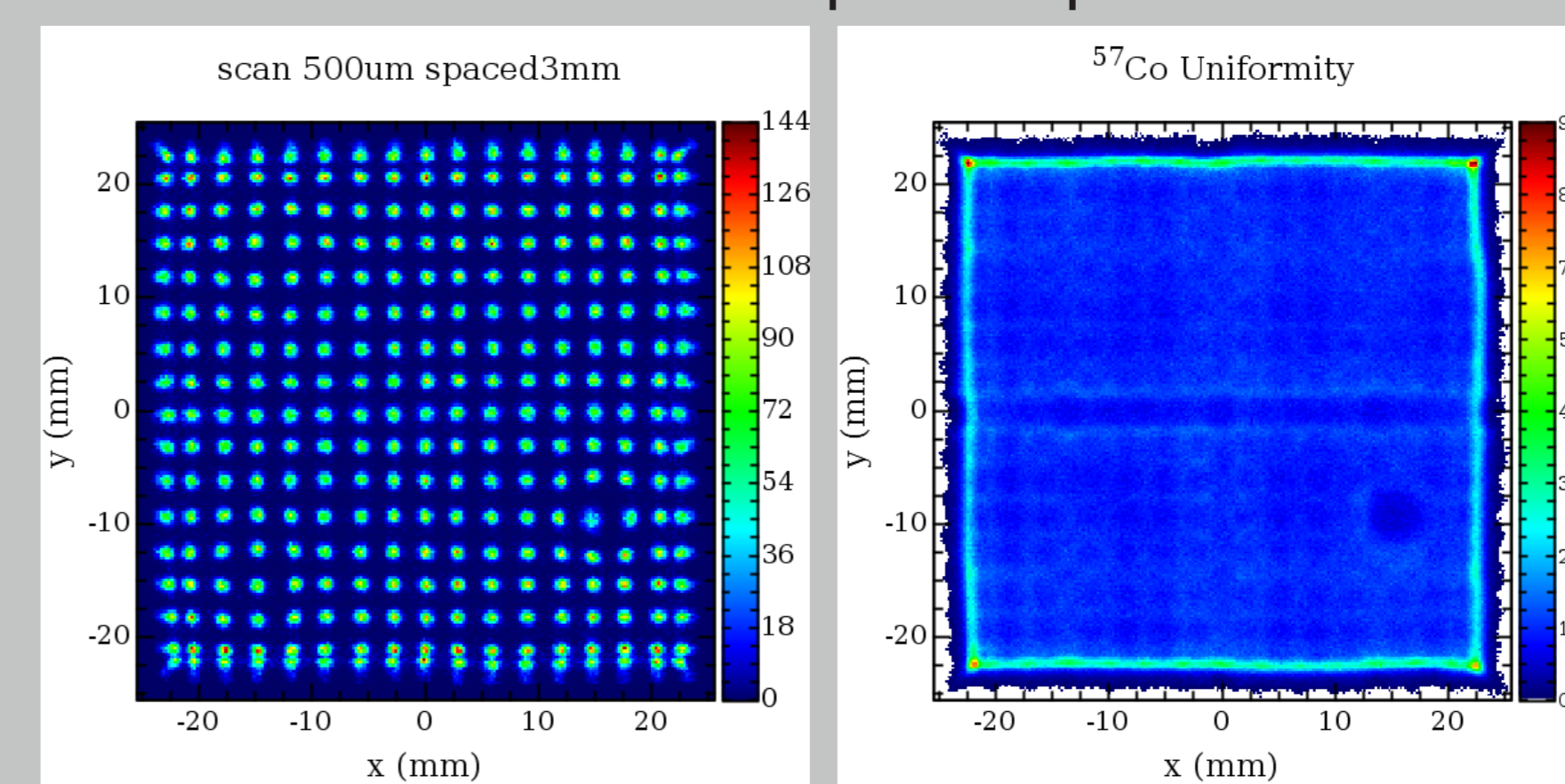


FIGURE 10 : Image de reconstruction d'un scan de points source espacés de 3 mm et d'une irradiation uniforme

Références

[1] N Hudin et al. *NIMA*, 695 :242–246, 2012.
 [2] N Dinu et al. *NIMA*, 787 :367–372, 2015.