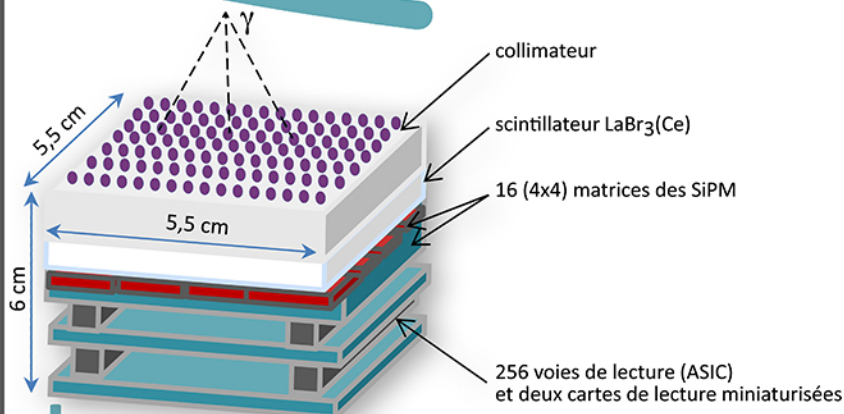


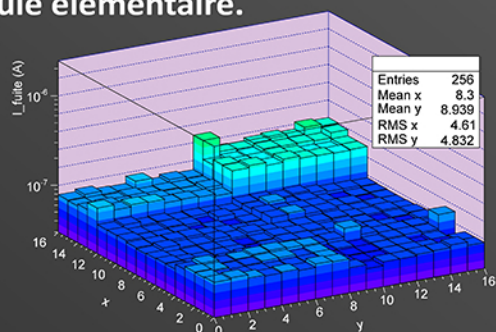
# L'imagerie médicale au LAL

L'imagerie médicale est une technique d'exploration fonctionnelle du corps humain qui s'appuie sur les développements technologiques les plus récents pour la détection des particules chargées et des photons. Le LAL a des compétences reconnues dans le domaine des matrices de photodiodes à avalanche en mode Geiger (SiPM), en électronique de lecture et en microélectronique. Il était donc naturel que le Groupe Recherche et Etudes Détecteurs (GREED) s'associe en 2011 au laboratoire d'Imagerie et Modélisation en Neurobiologie et Cancérologie (IMNC, CNRS/IN2P3, Université Paris-Diderot et Université Paris Sud) pour participer au projet d'imagerie médicale SIPMED. Il s'agissait de mettre en œuvre un système miniaturisé de détection de rayonnements gamma (la camera MAGICS), utilisable en salle d'opération pour guider le geste chirurgical lors d'une opération d'ablation de tissus cancéreux.

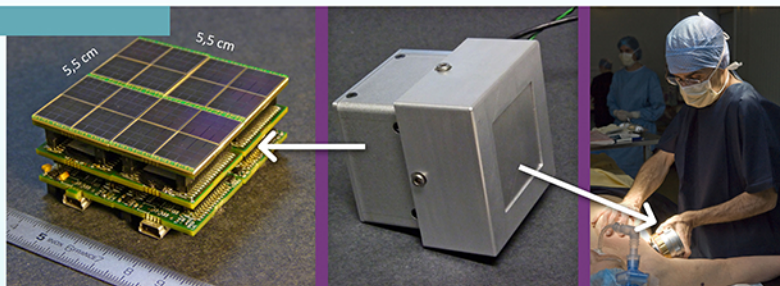


La caméra gamma MAGICS comporte un collimateur, un scintillateur inorganique, des matrices de SiPM et une électronique dédiée miniaturisée. Elle permet la détection de rayonnements gamma en provenance d'un radio-traceur généralement marqué au <sup>99m</sup>Tc ( $E_\gamma = 140 \text{ keV}$ ,  $T_{1/2} = 6 \text{ h}$ ) injecté dans le corps humain et absorbé avec prépondérance par les tumeurs cancéreuses ou les ganglions lymphatiques.

Le LAL a contribué à la caractérisation des capteurs SiPM et à la conception de l'électronique de lecture miniaturisée d'un module élémentaire.



Le courant de fuite des 256 SiPM's sélectionnés pour la caméra MAGICS.



Le détecteur MAGICS a été réalisé par le groupement de 4 modules élémentaires (à gauche) et leur assemblage avec le scintillateur et le collimateur (au centre). Ses performances sont très prometteuses : une résolution en énergie de 9,5 % à 122 keV et une résolution spatiale inférieure au millimètre. Ce système de détection sera utilisé en bloc opératoire (à droite) pour la localisation des tumeurs et le contrôle de leur ablation (IMNC, LAL, Hôpital Lariboisière).

Deux développements en cours ont pris la suite du projet SIPMED :

- D'une part, la valorisation des technologies développées, via un contrat de collaboration avec une société médicale pour la construction d'une caméra gamma portable de 10x10 cm<sup>2</sup> utilisée pour contrôler la répartition dans les organes traités des doses déposées par radio-immunothérapie.

- D'autre part, le projet SONIM, financé par le LABEX P2IO (Physique des 2 Infinis et des Origines) sur la période 2013-2016 et qui poursuit deux axes principaux : une R&D sur les capteurs SiPM adaptés à l'imagerie médicale (bas bruits, géométrie) ainsi que la conception et la réalisation de cartes miniaturisées pour l'électronique de lecture. Le but est de construire une nouvelle caméra, destinée cette fois à la détection des particules chargées en imagerie moléculaire.

**Dessus** **Dessous**

← Carte 1: 4 (2x2) matrices SiPM  
64 voies de lecture

← Carte 2: 2 puces EASIROC  
64 voies de lecture  
2 ADC 12 bits

← Carte 3: FPGA  
FTDI & USB

Module élémentaire  
Champ de vue: ~ 8 cm<sup>2</sup>

L'image d'un module élémentaire et ses composants.

<http://www.lal.in2p3.fr/Electronique>

