Amélioration du taux de comptage d'un système TCSPC

T. Turko, W. Uhring, I. Malass
ICube – Université de Strasbourg and CNRS
23, rue du Loess 67037 Strasbourg, France
Email : tturko@unistra.fr

Résumé :

Avec l'apparition des SPAD (Single Photon Avalanche Diode) bas couts, réalisées en technologie CMOS standard, de plus en plus d'applications de comptage de photons uniques corrélés en temps (TCSPC) voient le jour. Ces SPAD sont des détecteurs prévus pour détecter les photons un à un comme leur nom l'indique, ce qui les rends parfaites pour mesurer des signaux émettant extrêmement peu de lumière. Mais les systèmes de comptages à photons uniques sont soumis à une limitation physique de leurs taux de comptage à savoir, l'effet dit « Pile up ». Cet effet apparait quand il y a plus d'un photon à mesurer lors de chaque cycle. En effet, les SPAD souffrent d'un temps mort (quelques nanosecondes) après chaque mesure. Durant ce lapse de temps, elles sont incapables de traiter un nouvel évènement. C'est pourquoi, en général, les systèmes TCSPC sont designés pour enregistrer un seul photon par cycle d'excitation. Si le nombre de photon à mesurer par cycle devient supérieur à 1, le système va enregistrer le premier et manquer les suivants, cela va se traduire par une surreprésentation des premiers photons du signal.

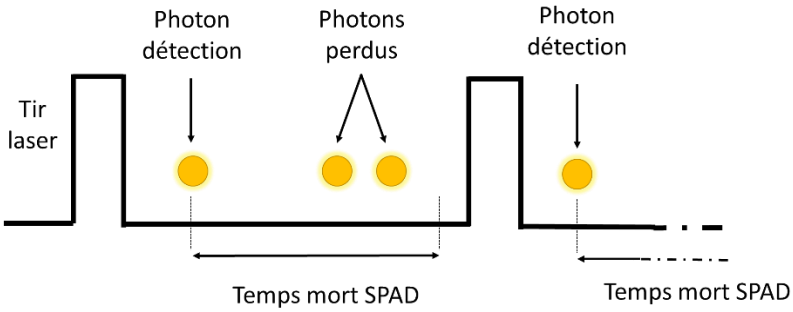

Figure 1 : Effet Pile Up

La méthode proposée est d'augmenter le nombre d'éléments de collection (SPAD) de façon à ce que le signal utile ne soit pas capté par une seule SPAD ayant des défauts : temps mort assez long, after fulsing élevé, défauts de fabrications etc. Mais si le signal est mesuré par plusieurs SPAD indépendantes, il est possible de collecter beaucoup plus de photon car quand une SPAD est au milieu de son temps mort, une autre peut collecter le signal arrivant.

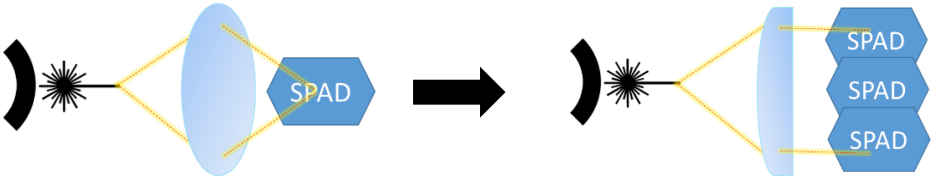

Figure 2 : Design mono-SPAD et Design Multi-SPAD

En répartissant le signal utile sur plusieurs SPAD on divise le taux de comptage de chaque SPAD par le nombre total de SPAD. De ce fait, il est possible de compter N fois plus de photon de façon à collecter un maximum de signal. Le contre coup de cette méthode est le très grand débit de données que cela génère. Il est nécessaire de créer un système d'extraction des données performant de façon à ne pas déplacer le problème.

Références :

[1] Jérémie Léonard, Norbert Dumas, Jean-Pascal Caussé, Sacha Maillot,Naya Giannakopoulou, Sophie Barrea and Wilfried Uhring, "High-throughput time-correlated single photon counting"
[2] Foudil Dadouche, Timothé Turko, Wilfried Uhring, *et al.,* "Design Methodology of TDC on Low Cost FPGA Targets," in *Sensors & Transducers Journal*,
[3] W. Uhring, V. Zint, J. Bartringer, "A low-cost high-repetition-rate picosecond laser diode pulse generator," Photonics Europe Proc. of SPIE