

## Sujet de thèse :

### Physique et technologie des photodiodes à avalanche pour la détection d'un photon unique

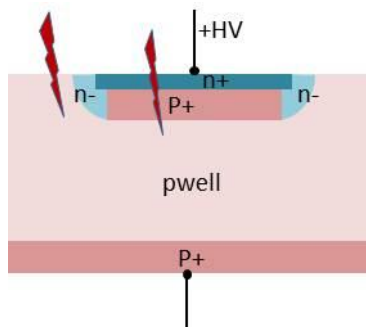
#### Introduction :

Les capteurs SPAD (en anglais Single Photon Avalanche Diode) constituent une famille particulière des capteurs d'image réalisés en technologie silicium. Ils permettent de déterminer de façon très précise l'instant de passage d'un ou quelques photons.

En effet, les paires électrons trous générés par ceux-ci peuvent donner lieu à un courant important et détectable grâce au phénomène physique d'ionisation par impact, déclenchant un courant dit « d'avalanche ».

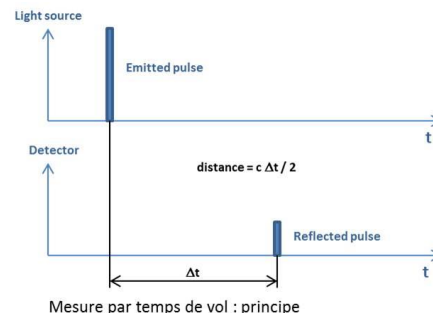
Couplés avec une diode laser délivrant des impulsions, ces photodiodes permettent donc de mesurer une distance, déduite de la mesure de la durée du parcours d'un photon lors d'un aller retour entre la source et le détecteur (méthode du temps de vol : voir schéma de principe ci-dessous).

Cette technologie originale rencontre actuellement un grand intérêt. En effet, associée à un détecteur d'image traditionnel, elle permettra d'apporter une information complémentaire, la mesure de la distance des objets dans une scène, selon un principe similaire à celui de la Kinect. Ces nouveaux types d'imagerie 3D sont promis à de nombreuses applications dans les domaines de l'imagerie 3D en général, appliquée à l'automobile, les jeux vidéo, la téléphonie mobile etc.



SPAD en coupe

Schéma de coupe d'une photodiode à avalanche classique



Principe d'une mesure temps de vol : mesure du temps de trajet entre la source et le détecteur après réflexion sur la cible

#### Sujet de la thèse :

La thèse porte sur le développement de cette technologie au sein du CEA LETI de Grenoble. Son objectif principal est d'étudier la physique du dispositif (absorption de la lumière, phénomène d'avalanche, impact des dimensions, sélection des matériaux, tensions appliquées, temps de réponse, bruits...), et de proposer une architecture de composant optimisée.

Pour se faire, le doctorant sera amené à réaliser des travaux de simulation et modélisation. Ce composant sera ensuite fabriqué et testé au sein du CEA LETI, le doctorant participera au suivi de sa fabrication, ainsi qu'à sa caractérisation électro-optique. Un des défis de ce travail de recherche consistera à faire fonctionner ces photodiodes dans le domaine du proche infra-rouge, domaine spectral où le silicium est pourtant très peu sensible.

Le doctorant sera accompagné par l'équipe « Imagerie Visible » du CEA LETI reconnue dans le domaine des technologies des capteurs d'image, ainsi que par les chercheurs de l'Institut d'optique au sein du laboratoire Hubert Curien, spécialistes de la physique des composants optoélectroniques.



Laboratoire d'électronique  
de technologie de l'information  
Département optronique

**Profil du candidat recherché :**

- Le candidat sera issu d'une formation universitaire ou école d'ingénieur en physique, optique, électronique ou matériaux.
- Le candidat devra faire preuve d'intérêt pour le travail théorique comme expérimental, ainsi que pour la recherche appliquée, en équipe.

**Recrutement et informations pratiques :**

- Le financement de la thèse a été validé par la direction du CEA LETI.
- Elle pourra commencer à l'automne 2015. La thèse aura lieu principalement à Grenoble.
- Les candidats intéressés devront prendre contact au plus tard juillet 2015, de préférence avant mai 2015.

**Contacts :**

- Benoit Giffard, CEA/LETI/DOPT, Imagerie Visible  
[Benoit.giffard@cea.fr](mailto:Benoit.giffard@cea.fr), Tél (33) (0) 4 38 78 97 91
- Raphaël Clerc (directeur de thèse) Laboratoire Hubert Curien (UMR 5516 CNRS), Université Jean Monnet, Institut d'Optique Graduate School, 18 rue Benoît Lauras 42000, Saint-Etienne, France ([raphael.clerc@institutoptique.fr](mailto:raphael.clerc@institutoptique.fr)).