

# Étude du comportement aux irradiations de détecteurs infra-rouges faible gap

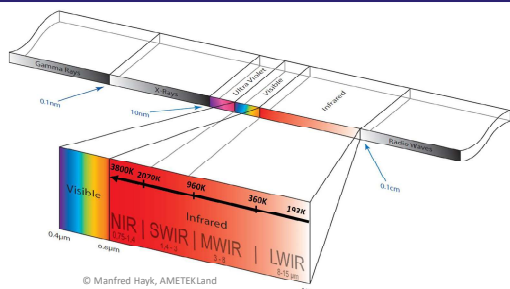
T. FRIESS<sup>1,2,3,4</sup>, V. GOIFFON<sup>3</sup>, O. GRAVRAND<sup>2</sup>, A. ROUVIE<sup>1</sup>, S. RIZZOLO<sup>4</sup>, A. LE ROCH<sup>3</sup>, E. DE BORNIO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre National d'Études Spatiales (CNES), Toulouse, France. <sup>2</sup>CEA Leti, Grenoble, France.

<sup>3</sup>ISAE-SUPAERO, Toulouse, France. <sup>4</sup>AIRBUS Defence and Space, Toulouse, France.

## Contexte

Les capteurs d'images sont de plus en plus présents dans nos vies (appareils photos, caméras, etc.) et représentent un enjeu **scientifique** et **stratégique** majeur. Les capteurs d'images numériques transforment l'**information lumineuse (photon) en signal électrique** en utilisant l'effet photo-électrique. Un photon interagit avec un semi-conducteur, générant une paire électron-trou collectée sous forme de courant. Cependant, des charges peuvent parfois être générées sans photon, créant du faux signal encore appelé "**courant d'obscurité**". Comprendre et limiter ce courant, qui varie selon les capteurs, est un défi central et constitue l'objectif de ce travail de thèse.



## Pourquoi observer dans les infra-rouges?

- Permet d'observer les **émissions de chaleur**
- Essentiel pour les missions de météorologie, thermographie et astronomie

Le matériau privilégié aujourd'hui pour l'observation des IRs est le **tellure de mercure cadmium (HgCdTe)** car en faisant varier la proportion de mercure de l'alliage, il est possible d'adapter son gap pour observer l'ensemble du spectre IR.

## Exemple d'expérimentation d'irradiations

**Objectifs:** caractériser les dégradations de performances provoquées par des **irradiations de protons** sur un capteur infra-rouge bas flux à vocation astronomique (opérant dans le **SWIR**).

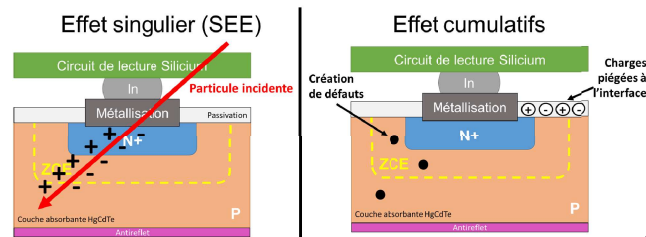
### Étapes d'une campagne d'irradiation

- 1 Mesures préliminaires du capteur non dégradé
- 2 Déplacement et mise en place du banc au lieu d'irradiation
- 3 Irradiations et mesures du capteur dégradé
- 4 Analyse des résultats et interprétation physique

Périodes durant lesquelles le capteur est maintenu à température cryogénique (-193°C) pour limiter le courant d'obscurité thermique

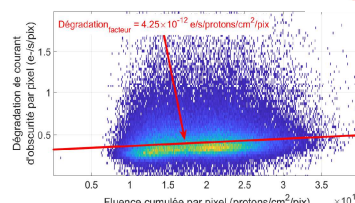
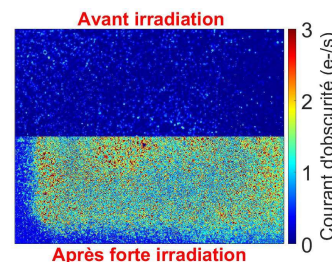
## Les effets de l'environnement spatial

- Dégradations des performances des capteurs d'images induite par les rayonnements spatiaux (**solaire ou cosmique**) [1]
- Les particules (**protons, gamma, rayon X, etc.**) provoquent 2 phénomènes principaux:



## Résultats

- **Augmentation** du courant d'obscurité après irradiations
- **dommages de déplacement** causés par l'impact des protons.



Estimation d'un facteur de **dégradation du courant d'obscurité** suite aux irradiations de protons dans la technologie.

### Perspectives

- Reproduire les expérimentations dans d'autres technologies HgCdTe et à d'autres longueurs d'ondes
- Comparer les résultats pour étudier et comparer la physique de dégradation
- Déterminer un facteur de dégradation universel dans l'infrarouge à la manière du Silicium [2].

## Références

- [1] G. Hopkinson. "Radiation effects on solid state imaging devices". In : Radiation Physics and Chemistry 43.1-2 (1994), p. 79-91 (cf. p. 30, 39, 123).  
[2] J. R. Srour and D. H. Lo. "Universal damage factor for radiation-induced dark current in silicon devices." *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol. 47, no. 6, pp. 2451-2459, Dec. 2000, doi: 10.1109/23.903792.