



**HAL**  
open science

# Filtres pixellisés intégrés sur détecteur infrarouge pour l'imagerie multispectrale

Benjamin Portier, M. Oussalah, Fabien Pradal, Hervé Leplan, Antoine  
Monmayrant, Henri Camon, H. Sik, J. Fleury, F. Laprat, Olivier  
Gauthier-Lafaye

► **To cite this version:**

Benjamin Portier, M. Oussalah, Fabien Pradal, Hervé Leplan, Antoine Monmayrant, et al.. Filtres pixellisés intégrés sur détecteur infrarouge pour l'imagerie multispectrale. Optique 2016 – Nanophotonique, Jul 2016, Bordeaux, France. 2p. hal-01943634

**HAL Id: hal-01943634**

**<https://laas.hal.science/hal-01943634v1>**

Submitted on 4 Dec 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## FILTRES PIXELLISES INTEGRES SUR DETECTEUR INFRAROUGE POUR L'IMAGERIE MULTISPECTRALE

**Benjamin Portier<sup>1</sup>, Meihdi Oussalah<sup>1</sup>, Fabien Pradal<sup>1</sup>, Hervé Leplan<sup>1</sup>, Antoine Monmayrant<sup>2</sup>,  
Henri Camon<sup>2</sup>, Hervé Sik<sup>3</sup>, Joël Fleury<sup>4</sup>, Patrice Laprat<sup>4</sup>, Olivier Gauthier-Lafaye<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Reosc (groupe SAFRAN), 91280 Saint-Pierre-du-Perray, France

<sup>2</sup> LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France

<sup>3</sup> Sagem (groupe SAFRAN), 95101 Argenteuil, France

<sup>4</sup> Sagem (groupe SAFRAN), 89281 Saint Benoît, France

[benjamin.portier@reosc.com](mailto:benjamin.portier@reosc.com)

**MOTS-CLEFS :** *couches minces ; imagerie multispectrale et hyperspectrale ; détection infrarouge ; Fabry-Pérot.*

### RÉSUMÉ

Reosc, spécialiste des traitements optiques couches minces pour l'infrarouge, a optimisé ses techniques de dépôt et développé de nouveaux procédés de microstructuration pour réaliser des fonctions de filtrage pixellisées sur des détecteurs infrarouges. Ce nouveau concept constitue une solution robuste et compacte pour l'imagerie multispectrale. Après la démonstration réussie d'un photodétecteur bibande, de nouvelles voies sont désormais explorées pour réaliser des fonctions de filtrage plus variées et élargir le champ des applications.

**MOTS-CLEFS :** *couches minces ; photodétecteurs ; infrarouge ; imagerie multispectrale et hyperspectrales.*

### 1. INTRODUCTION

L'imagerie multispectrale dans l'infrarouge est utilisée dans de nombreux domaines, tels que la défense, l'astronomie, la détection de gaz, et l'agriculture. Les systèmes d'imagerie multispectrale les plus courants, tels que les dispositifs intégrant une roue à filtres, ont un fort encombrement et ne sont pas toujours compatibles avec de l'imagerie en temps réel. La solution alternative consistant à réaliser les fonctions de filtrage directement au niveau du détecteur, permet de résoudre ces problèmes. Toutefois, dans le cas de filtres interférentiels, elle se heurte aux verrous technologiques suivants :

- la structuration d'empilement multicouches à l'échelle du pixel (<20 μm),
- le risque de détérioration des performances électro-optiques du détecteur durant les étapes de dépôt et de structuration de ces empilements.

En combinant leur savoir-faire respectif dans les domaines du dépôt de couches minces optiques et des techniques de microstructuration, les équipes de Reosc et de Sagem ont réalisé une première démonstration du concept de filtrage pixellisé sur détecteur pour de la détection bi-bande dans la bande SWIR-MWIR. Plus récemment, outre une amélioration du procédé de structuration existant, de nouvelles réalisations expérimentales ont permis de démontrer la faisabilité de filtres Fabry-Pérot accordables.

## 2. DETECTION BIBANDE DANS LE SWIR-MWIR

Le photodétecteur infrarouge bibande a été conçu et fabriqué en collaboration avec Sagem pour de la détection dans la bande SWIR-MWIR. Les empilements couches minces, d'une épaisseur de l'ordre de la dizaine de microns, ont été dimensionnés conformément aux standards pour les optiques IR ( $T > 95\%$  et  $T < 0.1\%$  dans les bandes d'intérêt).

Les premiers filtres pixellisés sur détecteur présentaient des bords de pixels étendus, limitant la surface utile des pixels et altérant les performances spectrales des pixels. De récentes améliorations ont été apportées au procédé afin de réduire ces bords de pixels. Le procédé optimisé permet désormais de structurer des traitements sur des pixels de taille inférieure à  $20\ \mu\text{m}$ , avec au moins  $75\%$  de surface utile.

## 3. MATRICE DE FILTRES FABRY-PÉROT

Les filtres de Fabry-Pérot ont la particularité de présenter un pic de transmission ne dépendant essentiellement que de l'épaisseur de(s) cavité(s). La position spectrale de ce pic peut donc être modulée spatialement en ne structurant que les couches associées aux cavités au lieu de l'empilement complet, ce qui simplifie le procédé de fabrication de filtres multispectraux [1].

Deux concepts à base de filtres de Fabry-Pérot ont été mis en œuvre à Reosc :

- filtres linéairement variables : l'épaisseur de la cavité varie continûment d'un bout à l'autre de l'échantillon, entraînant un décalage progressif du pic de transmission.
- filtres pixellisés : l'épaisseur de la cavité varie discrètement d'un pixel à l'autre.

La Figure 1 (gauche) montre une première réalisation de matrice à 5 filtres Fabry-Pérot pixellisés, avec des ensembles de pixels de  $10\ \mu\text{m}$ ,  $30\ \mu\text{m}$  et  $50\ \mu\text{m}$ . Différents procédés de structuration ont été comparés afin de déterminer celui donnant la meilleure précision sur les épaisseurs de cavité. Les mesures spectrales sur des pixels individuels de  $30\ \mu\text{m}$  montrent un bon accord avec les calculs théoriques (Figure 1, droite), pour une distribution d'angles à  $35^\circ \pm 10^\circ$ .

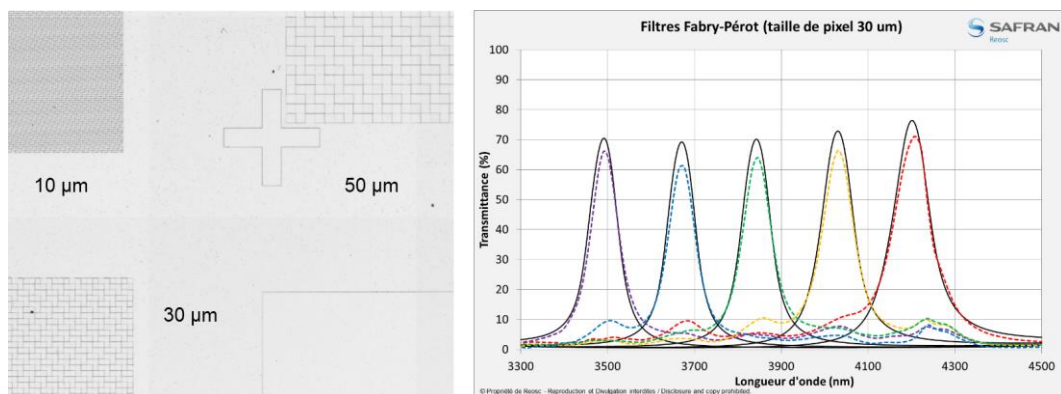


Fig. 1: (gauche) matrices à 5 filtres Fabry-Pérot pixellisés avec des tailles de pixels de 10-30-50  $\mu\text{m}$ . (droite) spectres de réflectance mesurés sur des pixels de  $30\ \mu\text{m}$  (traits continus : calculs théoriques).

## RÉFÉRENCES

1

Cabrera, R. D. Briggs, T. R. Carter and S. Samora, "Pixelated wave IR," in \_\_\_\_\_

6 1 6 1 1