

## Invitation à la soutenance de thèse

ETUDE DE SYSTEMES CATOPTRIQUES FREEFORM AVEC UNE PUPILLE DE SORTIE  
ACCESSIBLE DANS DES DISPOSITIONS COPLANAIRES ET NON-COPLANAIRES POUR  
NANOSATELLITES

STUDY OF FREEFORM CATOPTRIC DESIGNS WITH A PHYSICAL EXIT PUPIL IN A  
COPLANAR AND NON-COPLANAR ARRANGEMENT FOR NANOSATELLITES

Clément FRESLIER

**Jeudi 05 Décembre 2024 à 13h00**

Bâtiment des forges, salle L121  
Rue du Dr Rémy Annino, 42000 Saint-Etienne, France

<https://ujmstetienne.webex.com/ujmstetienne/j.php?MTID=m8a92a1e9377b1b12926665ca408b7534>

### Devant le jury composé de :

Yvan SORTAIS	IOGS	Rapporteur
Emmanuel HUGOT	LAM	Rapporteur
Vincent NOURRIT	IMT Atlantique	Examineur
Florence RIGAL	CEA	Examinatrice
Vladan BLAHNIK	Institute of Applied Physics, Jena	Examineur
Thierry LEPINE	CNRS	Directeur de thèse
Guillaume DRUART	ONERA, DOTA	Co-directeur de thèse
Alice FONTBONNE	ONERA, DOTA	Encadrante
Christophe BUISSET	ESA	Encadrant

### Résumé :

Afin de réduire les coûts et d'augmenter la fréquence de revisite des satellites pour l'observation de la Terre, le déploiement de constellations de satellites de petite taille est envisagé. Cela suppose cependant une meilleure utilisation du volume disponible pour la charge optique. Dans ce contexte, l'utilisation de télescopes hors-axe permet d'éliminer les contraintes liées au chromatisme et à l'obturation centrale. L'utilisation de surfaces freeform permet ensuite d'améliorer la compacité des systèmes d'imagerie tout en conservant voire en améliorant les capacités d'imagerie.

C'est dans ce contexte que j'ai étudié plusieurs combinaisons de miroirs freeform pour imageurs LWIR avec comme objectif de trouver une configuration permettant la meilleure résolution au sol (focale de 240mm) tout en tenant dans un espace très contraint de 12U ( $1U = 10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ ). En particulier, des systèmes avec une pupille de sortie accessible compatibles avec l'utilisation d'un détecteur refroidi ont été conçus. La qualité d'imagerie, la difficulté de fabrication des miroirs, la gestion de la lumière parasite et la sensibilité aux défauts de fabrication et d'alignement des solutions obtenues ont été analysées et comparées. Par ailleurs, cette thèse a démontré l'intérêt d'une description locale des surfaces freeform avec des « Non-Uniformal Rational B-Splines » (NURBS) au lieu d'une description polynômiale pour améliorer l'uniformité de la qualité image dans le champ des systèmes. Des applications multispectrales peuvent alors être envisagées.

### Mots clés :

miroirs freeform ; imagerie infrarouge ; pupille de sortie accessible ; nanosatellites ; NURBS