

IRS SPACEOBS

WP3.3 « nouveaux imageurs hyperspectraux pour l'observation de la terre et de l'espace »

**Laurence Croizé¹, Yann Ferrec¹, Sébastien Payan²,
Nicolas Guérineau¹**

1 - ONERA / DOTA - Chemin de la Hunière, BP 80100, 91123 Palaiseau Cedex

2 - LATMOS - Tour 45, couloir 45-46, 3e et 4e étages, Boite 102 , UPMC, 4 Place
Jussieu, 75252 Paris Cedex 05



retour sur innovation

Introduction

2012-2014:

préparation de l'expérience HALESIS

(**H**igh-**A**ltitude **L**uminous **E**vents **S**tudied by **I**nfrared **S**pectro-imagery, porté par S. Payan au LATMOS)

⇒ **instrumentation IR hyperspectrale plus compacte, plus rapide, et très sensible**

⇒ Consortium **ONERA/LATMOS** et réflexion autour des concepts d'imagerie hyperspectrale du futur.

Fort potentiel des instruments identifiés pour constituer une nouvelle génération de sondeurs atmosphériques

⇒ **applications** auprès d'autres collaborateurs de SPU



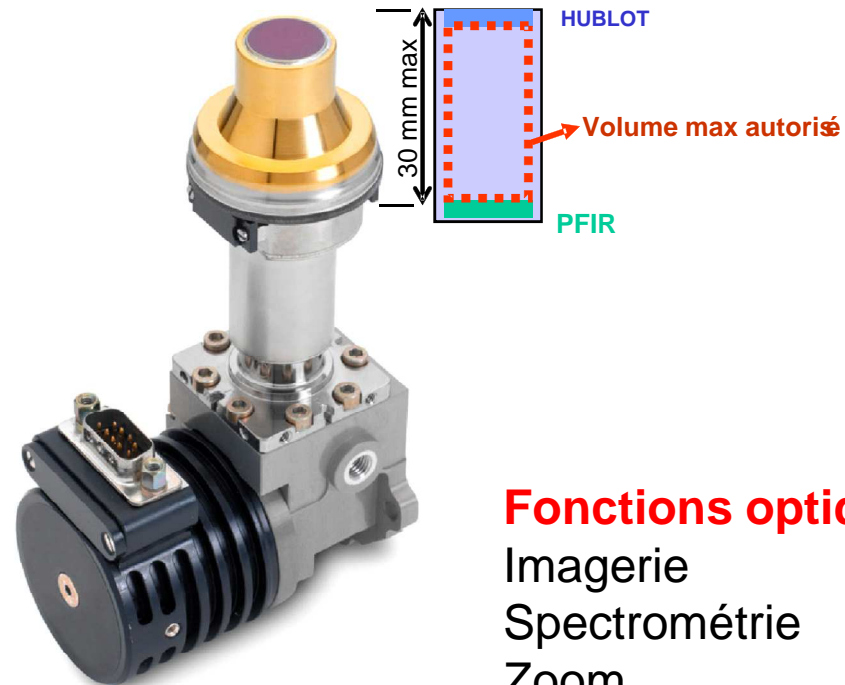
Thématique « nouveaux imageurs hyperspectraux » à l'ONERA

Plus de **25 ans** d'expérience:

- développement d'instruments de mesures IR (**radiomètres imageurs et spectromètres**)
- **caractérisation** de détecteurs infrarouges

Depuis **10 ans**:

- maturation de concepts de **spectrométrie statique par TF**, en collaboration avec l'institut d'Optique
- développement d'un nouvel axe de recherches sur l'intégration de fonctions optiques sur rétines infrarouges



Fonctions optiques:

Imagerie
Spectrométrie
Zoom
Autofocus
..
Stabilisation

Concept ONERA proposé : micro-spectro-imageur intégré au voisinage du détecteur

Principe :

- **Interféromètre intégré au voisinage du détecteur** (concept Microspoc, brevet ONERA)
- Démonstration en cryostat opérationnel effectuée en 2010
- Version « **spectro-imagerie** » en cours d'élaboration (demande de brevet ONERA-IPAG déposée le 30 juin 2016)

Points forts :

- Concept **snapshot**, sans partie mobile
- Entièrement **cryogénique**
- Compatible d'une **intégration dans un produit du commerce** (partenariat avec Sofradir depuis 2013)
- Concept déclinable pour différents types de **détecteurs sensibles** entre $1 \mu\text{m}$ et $14 \mu\text{m}$.

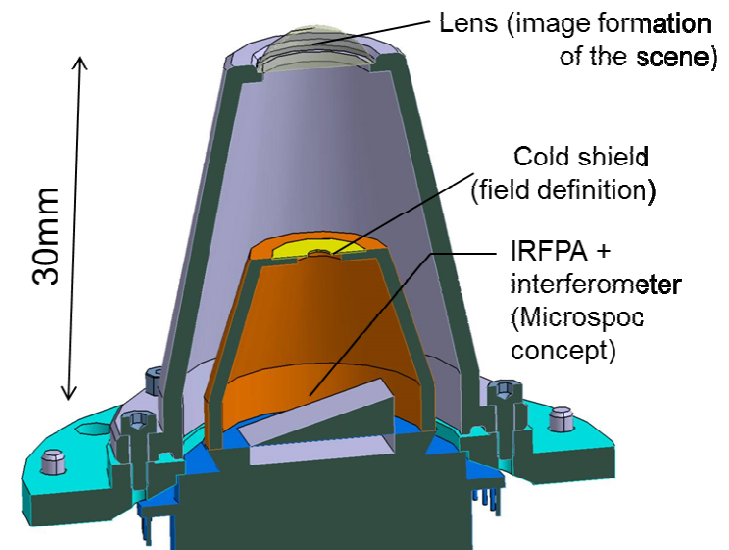


Schéma du spectromètre « microspoc » réalisé en 2014 en cryostat opérationnel

Illustration de la montée en maturité du concept

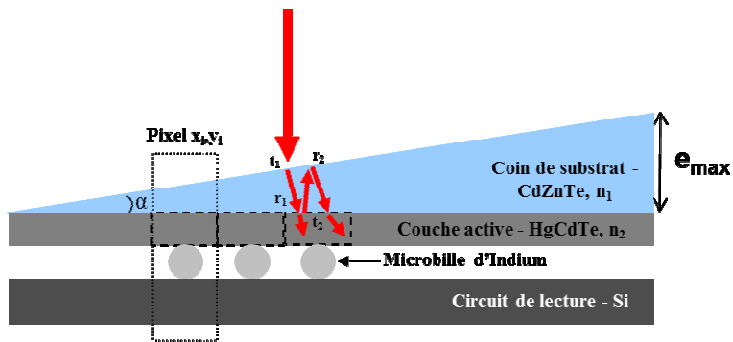
TRL 1

...

3

...

5



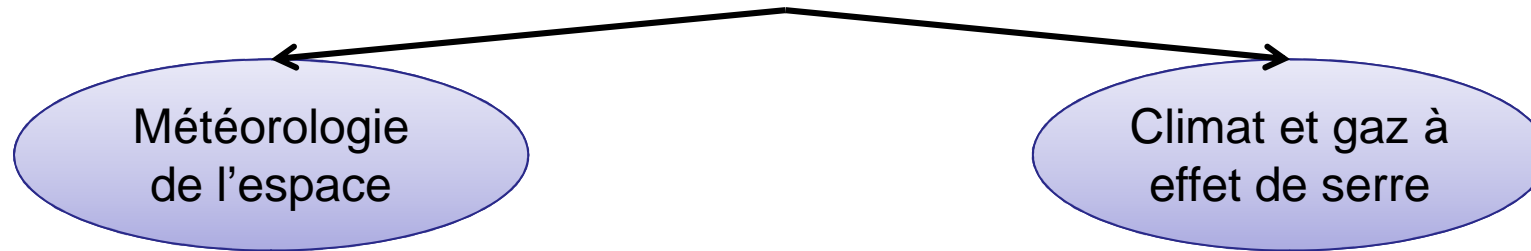
Intégration devant un détecteur IR dans un cryostat de laboratoire (refroidissement par bain d'Azote liquide)



Instrument opérationnel avec optique de tête (refroidissement par machine cryo)

Deux démonstrateurs en réponse aux thématiques SPACEOBS

SPOC Imageurs



Visée au limbe

MWIR

Résolution de quelques cm^{-1}

Grand champ: plusieurs dizaines de degrés

Challenge: Instrumentation haute sensibilité

Visée au nadir

SWIR

Résolution 1 cm^{-1}

Petit champ: typiquement 5 degrés

Challenge : performances radiométriques

Objectif: 1^{er} démonstrateur MWIR construit et caractérisé en juin 2018

Calendrier

Avant-projet (depuis 2012):

Soutien du CSTB : projet **HALESIS** (2 ans de CDD)

Campagne ImageEtna (financement LEFE-CHAT, labex Voltaire, CNES)

1^{ère} montée en TRL: démonstration de laboratoire

Amorçage IRS pour un premier prototype dès 2017 : 75 k€

Thèse DGA 2015-2018 de Frédéric Romand

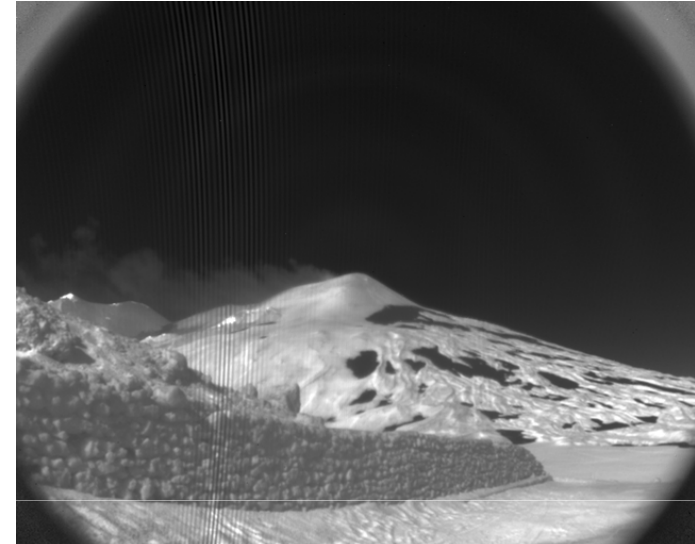
+ *Discussion en cours avec le CNES (SHM, TOSCA, division ballon)*

+ *demande R&T CNES pour 2018*

+ *demande de postdoc dès que possible (traitement des données)*

- Conception et réalisation de l'instrument
- Caractérisation au laboratoire
- Campagne de mesure terrain
- Campagne d'intercomparaison

Petits financements complémentaires : LEFE-CHAT, PNTS, CNES, Labex FOCUS



Equipe projet

Laurence Croizé,	ONERA
Yann Ferrec,	ONERA
Sébastien Payan,	LATMOS
Frédéric Romand,	ONERA/LATMOS
Florence de la Barrière	ONERA
Roland Domel	ONERA
Mathieu Chambon	ONERA
Sylvain Rommeluère	ONERA
IR Optique	LATMOS
IR électronique	LATMOS
IR informaticien	LATMOS

Conclusion

2nde montée en TRL: Démonstration ballon

Intégration des concepts sur une nacelle pointé de BSO

Nécessite financement complémentaires plus importants (ANR, CNES TOSCA/SHM)

3^{ème} montée en TRL

Objectif : disposer de prototypes de démonstration de performances à un niveau de TRL voisin de 5 pour remporter les appels d'offres lancés par les agences spatiales

Applications auprès d'autres collaborateurs de SPU:

météorologie, profils de variables atmosphériques, (nuages, aérosols, gaz minoritaires), étude des surfaces géologiques, océanographie, bathymétrie, cryosphère, urbanisme, agriculture, risques naturels et industriels, exploration planétaire, astrophysique

