



Techniques d'imagerie hyperspectrale par transformée de Fourier:

Travaux passés, en cours et futurs dans le cadre de la plateforme de recherche PRECISION

N. Guérineau, Y. Ferrec, S. Théas, C. Coudrain,
L. Rousset-Rouvière, J. Primot, H. Sauer, J. Taboury, P. Chavel

Plateforme de recherche PRECISION

Plateforme de **RE**cherche pour la **C**onception d'**I**mageurs
et de **S**pectro-**I**mageurs **O**ptiques de **N**ouvelle génération



Objectif : mettre en commun et fédérer des compétences en
conception optique avancée pour développer de
nouveaux concepts instrumentaux dédiés à l'imagerie,
la spectrométrie et la spectro-imagerie.

Pourquoi de nouveaux concepts instrumentaux?

- Pour la mesure des données thermo-optiques
 - Besoins en télédétection hyperspectrale (études amont à l'ONERA)
 - Besoins DGA (spécification des moyens futurs)
- Travaux préparatoires au développement de systèmes opérationnels (besoins industriels)
- Démonstration de l'intérêt de l'hyperspectral pour de nouvelles applications

Un réseau de partenaires privilégiés

Industriels



THALES



Laboratoires



Démarche

Activités de recherche amont :

Thèses (flux régulier de 1 soutenance par an) publications, congrès, brevets...

Démonstrations (en parallèle de projets instrumentaux):

Levée de points dur en laboratoire, campagnes aéroportées d'opportunité...

Expertise

Capitalisation des connaissances, état de l'art, bilan de performances, essais sur instruments existants...

Plan de la présentation

Objectif : illustration des travaux passés/en cours/ et à venir en techniques d'imagerie hyperspectrale

Partie 1 : travaux passés

Partie 2 : travaux en cours

Partie 3 : travaux prospectifs



1. Travaux PRECISION passés : les spectro-imageurs à TF statiques

La spectro-imagerie à TF statique (thèse Y. Ferrec)

Démonstration CAHYD

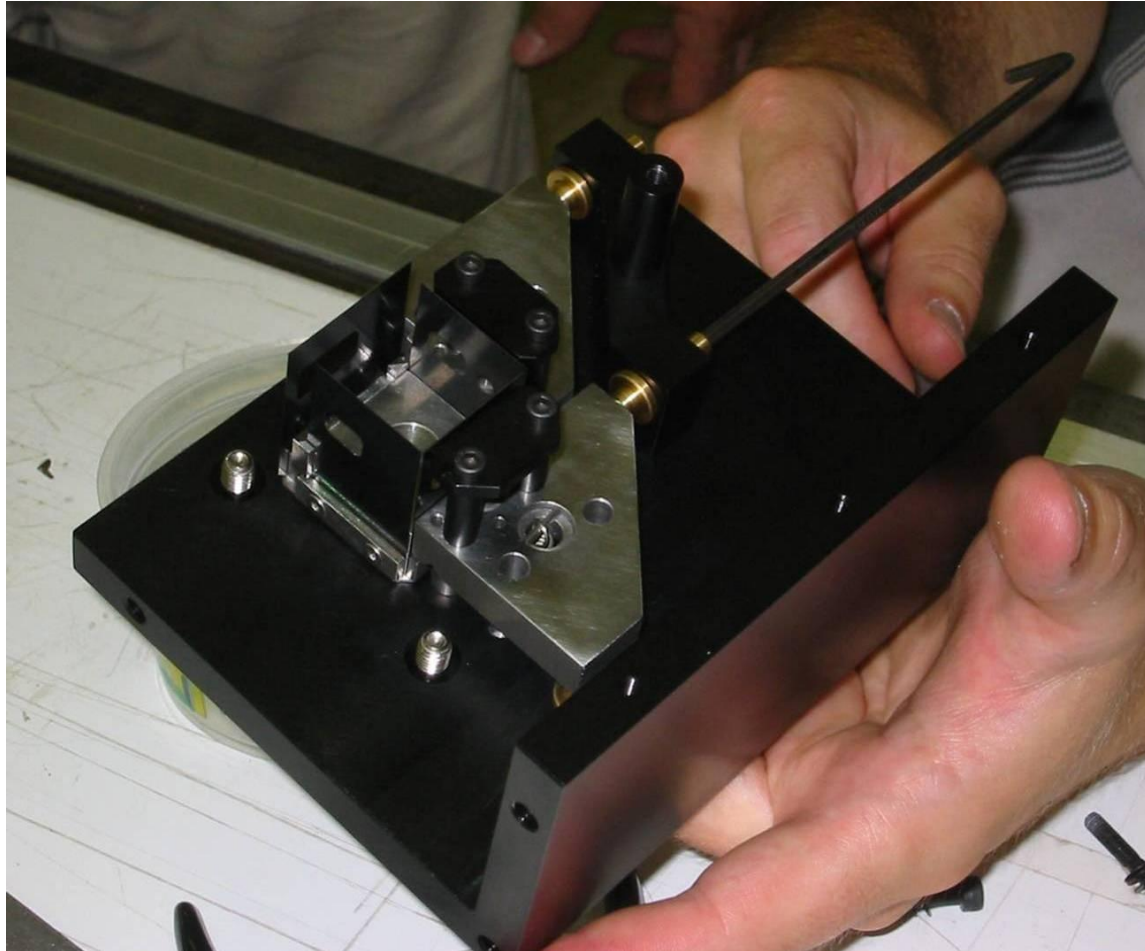
Principe de la spectro-imagerie par TF statique

- superposition de la scène et des franges
- 1 colonne $\leftrightarrow$ 1 différence de marche



Y. Ferrec, « Spectro-imageurs », Techniques de l'Ingénieur

Un instrument de laboratoire...



... intégré dans un système aéroporté



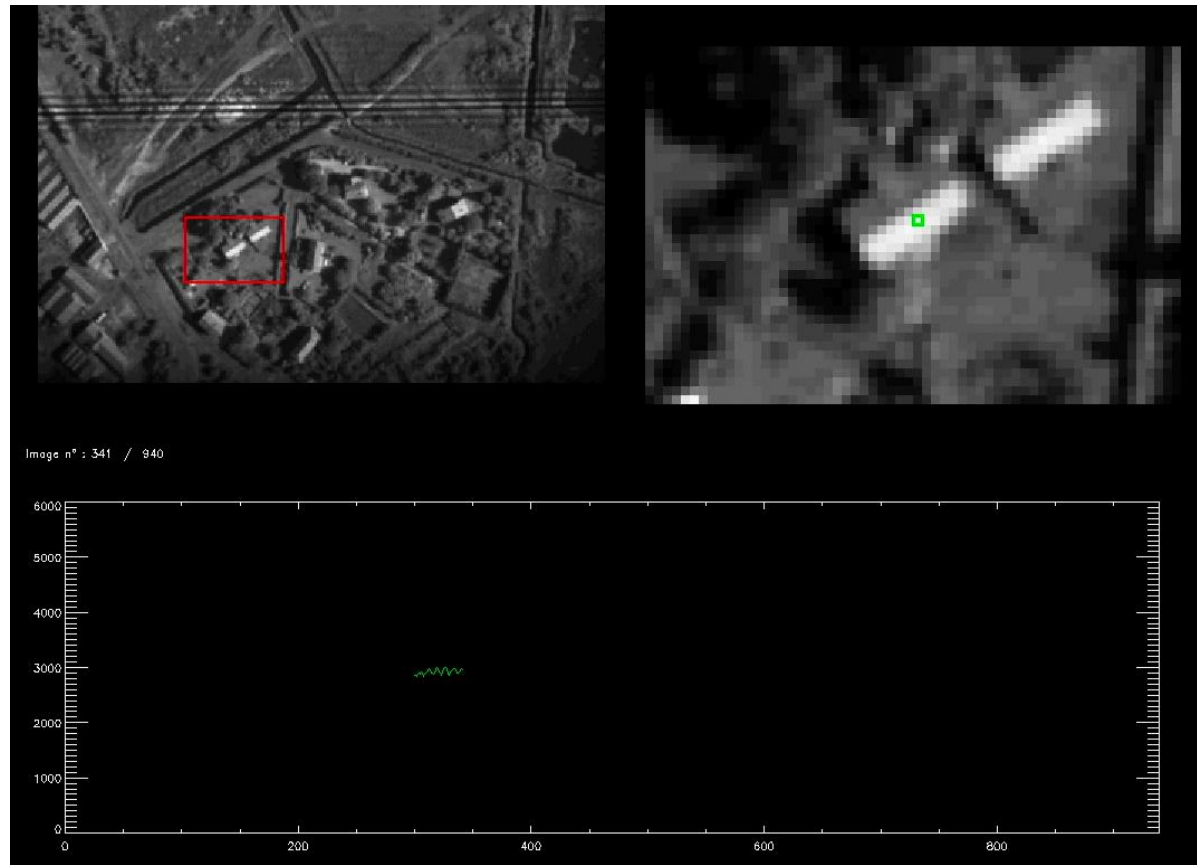
Principe de mesure

étape 1 : acquisition
(franges fixes, scène mobile)

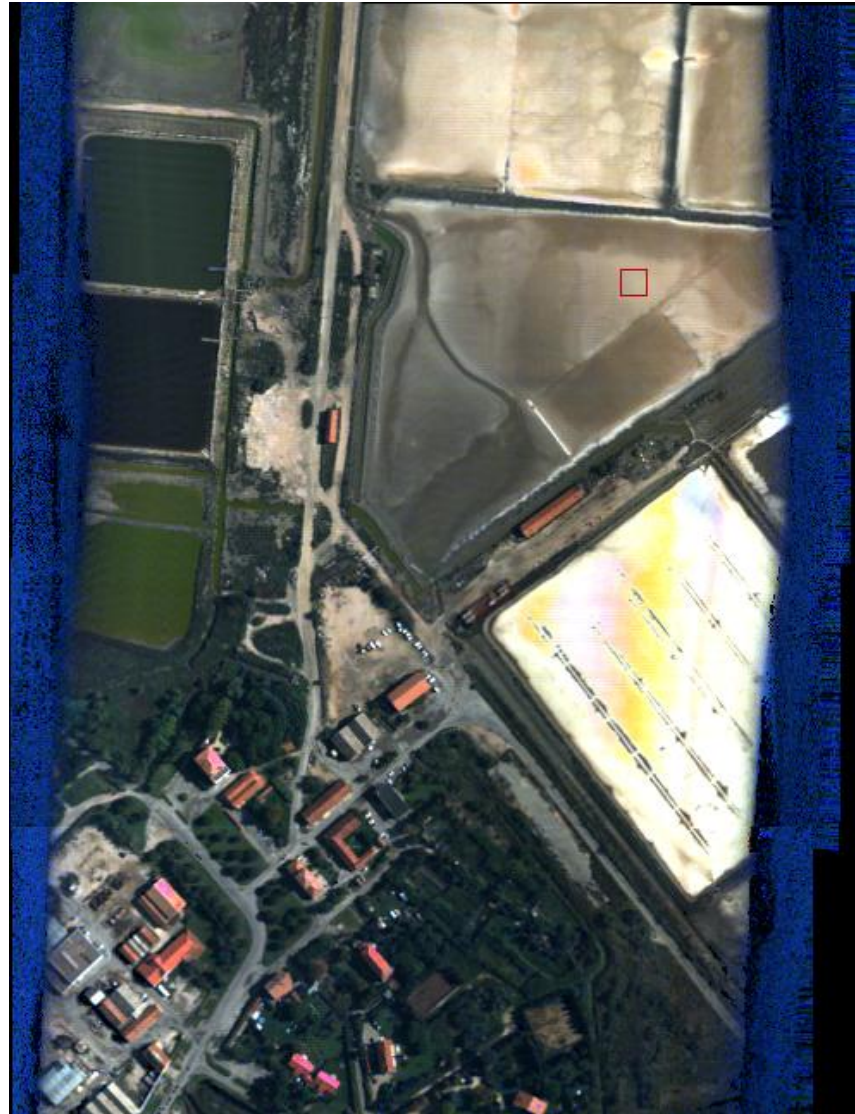


Principe de mesure

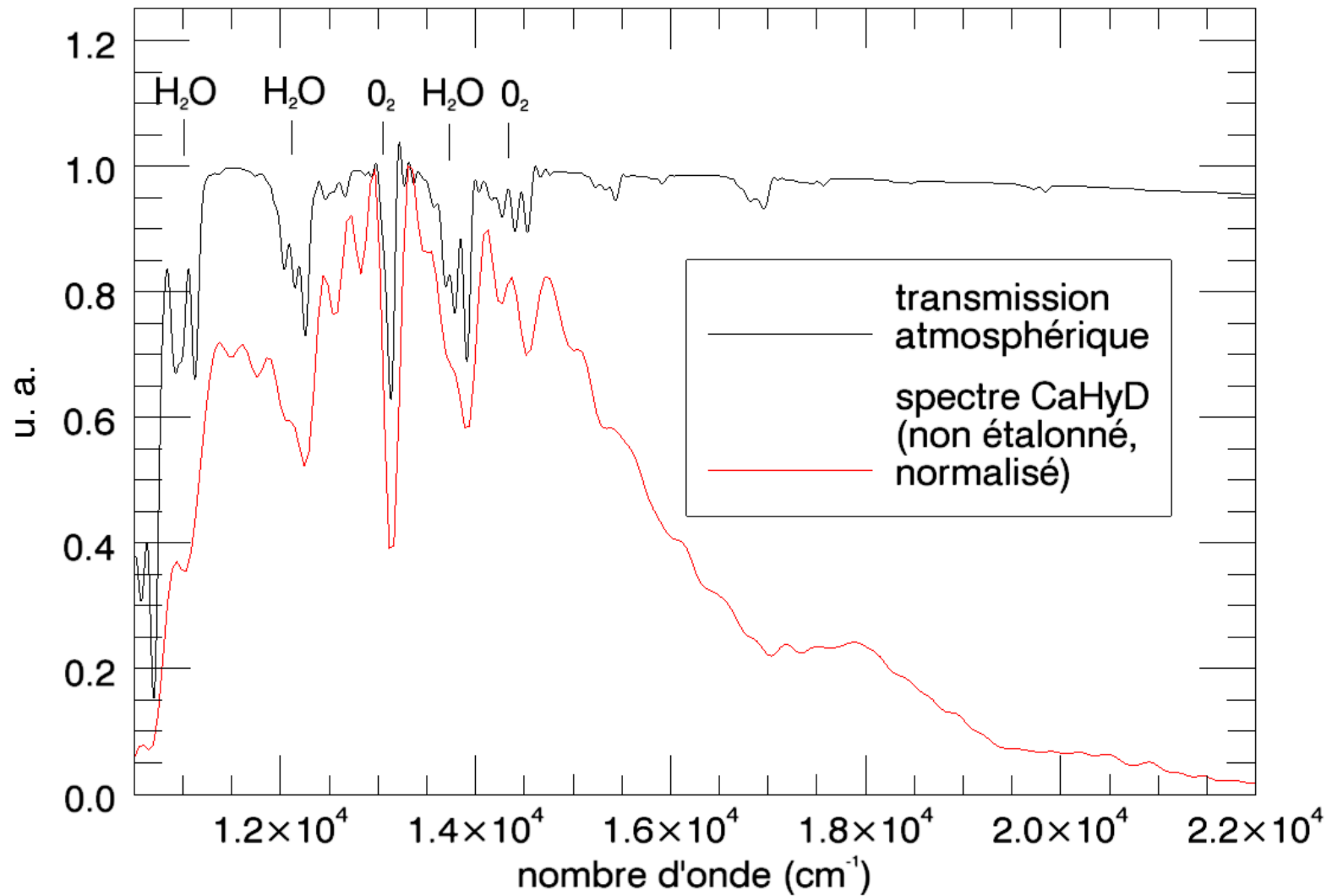
étape 2 : superposition des images
(scène fixe, franges mobiles)



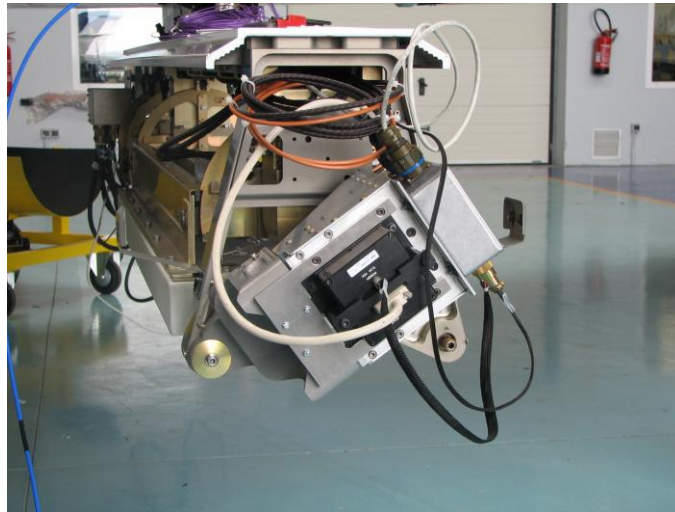
Résultats expérimentaux



Résultats expérimentaux

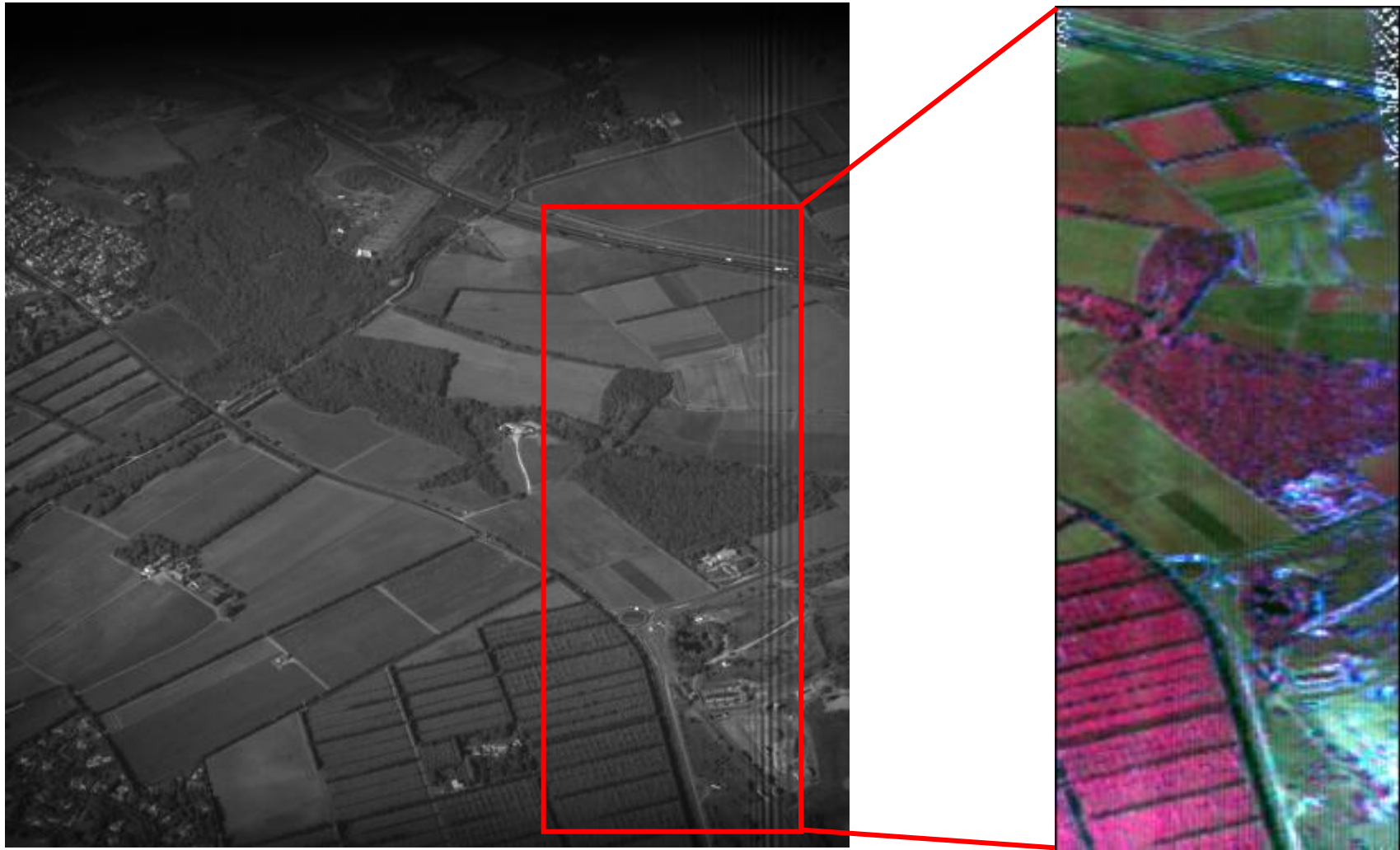


Intégration dans un pod



Y. Ferrec et C. Coudrain, « CaHyD experiment on SETHI : a Fourier transform spectral imager in an aircraft pod », Optro2010

Intégration dans un pod



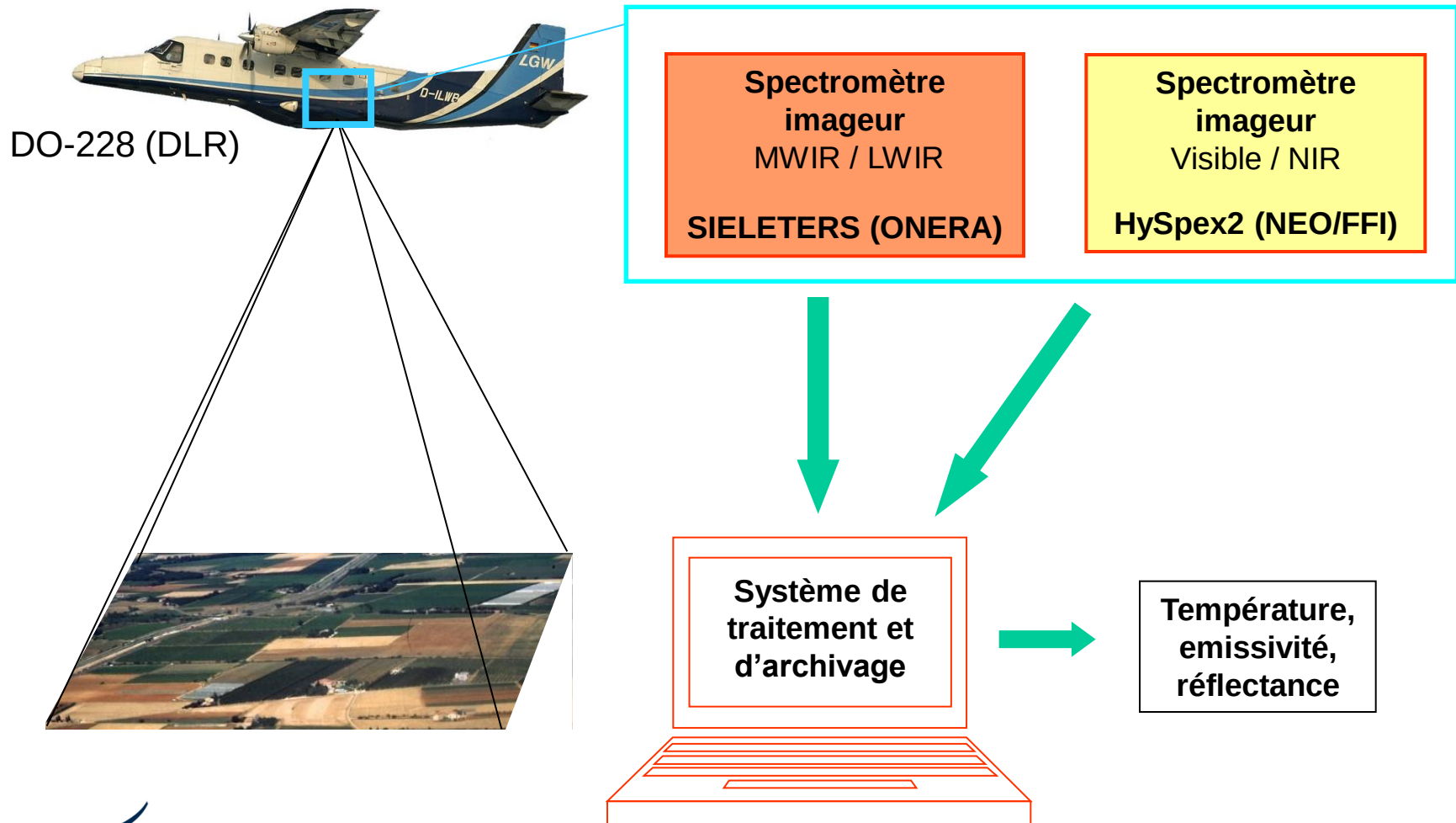


2. Travaux PRECISION en cours

Développement de SIELETTERS

Démonstration DéSIIR (thèse N. Matallah)

Développement du moyen aéroporté SYSIPHE



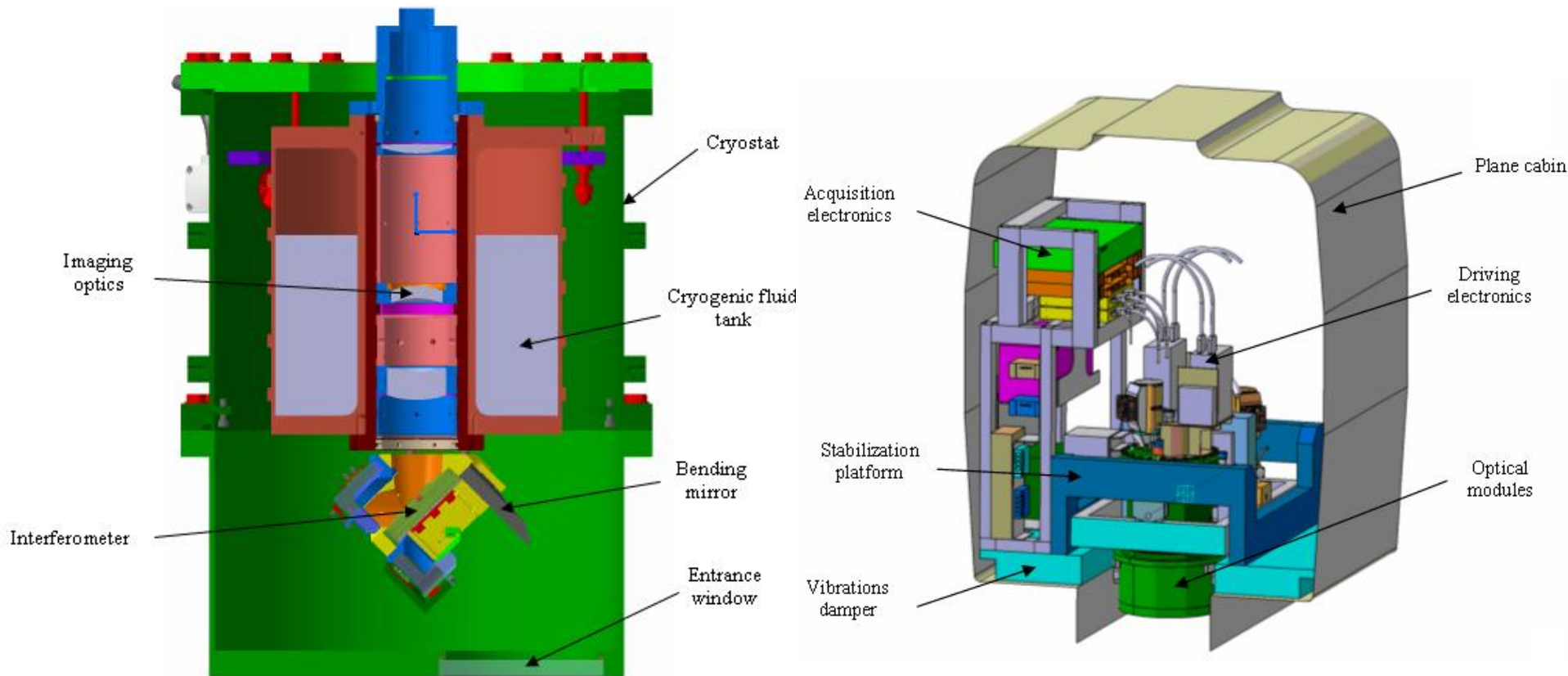
Caractéristiques de l'instrument SIELETERS

Paramètres	Spécifications	Commentaires
Domaine spectral	MWIR : 3 – 5 μm LWIR : 8 – 11,5 μm	
Résolution spectrale	< 24 cm^{-1}	
Pas d'échantillonnage au sol	0,5 m	2000 m de hauteur sol
Fauchée	7	500 m au sol
Intervalle de température de scène	0°C – 100°C	

Même principe optique que CaHyD

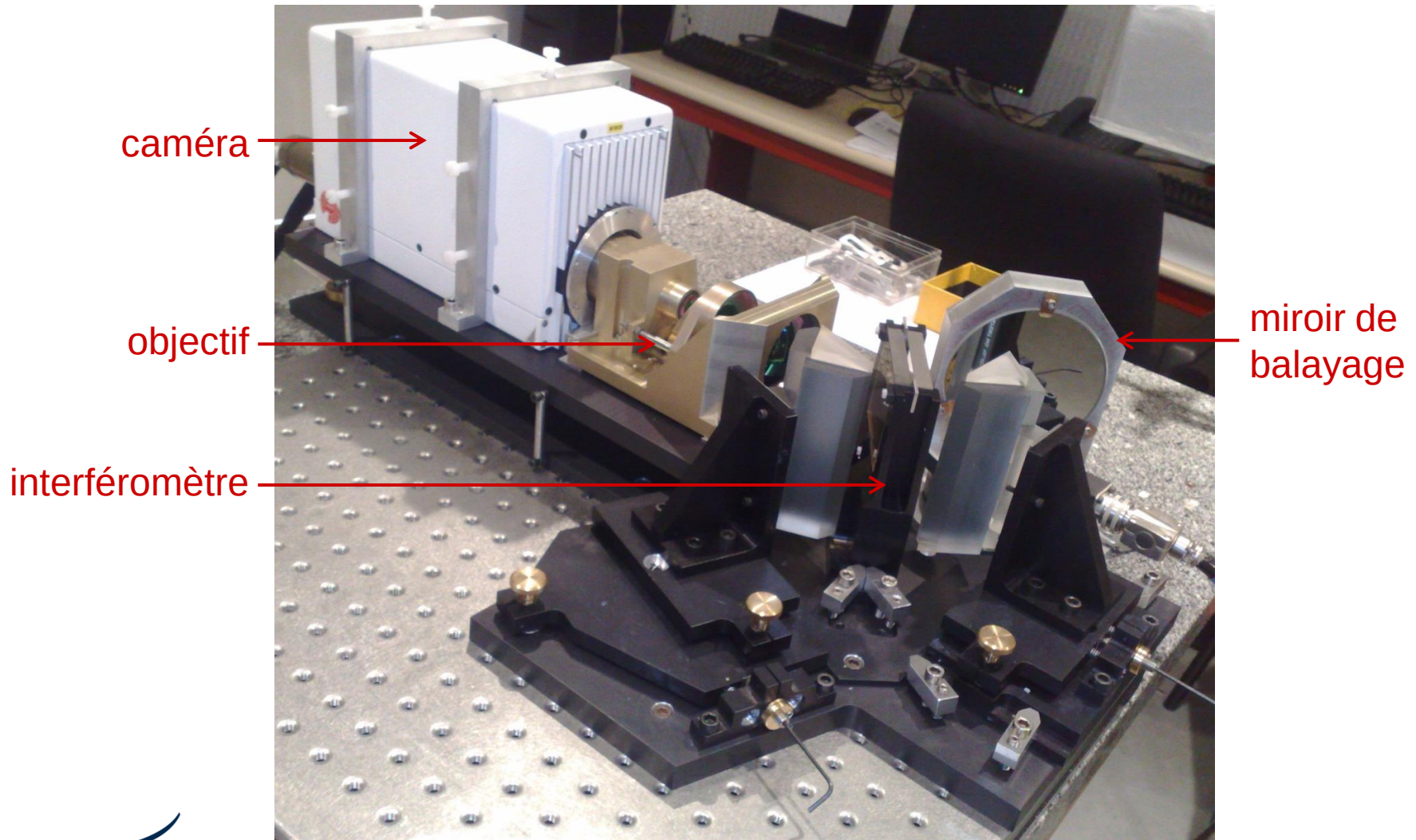
Architecture SIELETERS

- 2 instruments (~50 kg) sur la même plate-forme de stabilisation
- Instruments entièrement refroidis

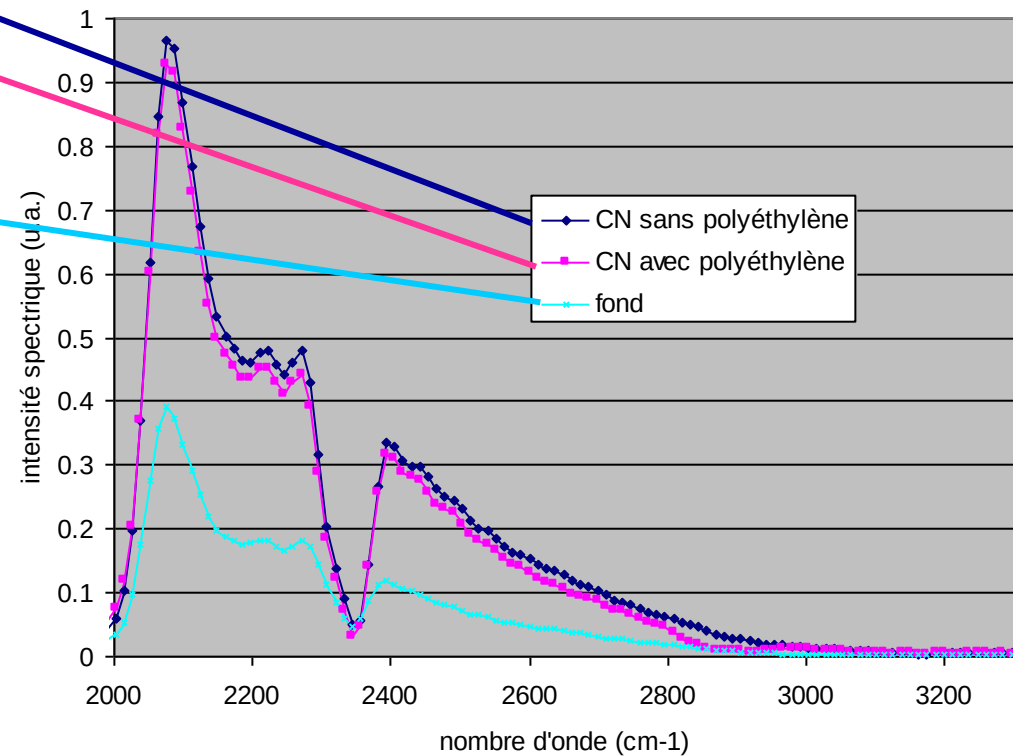
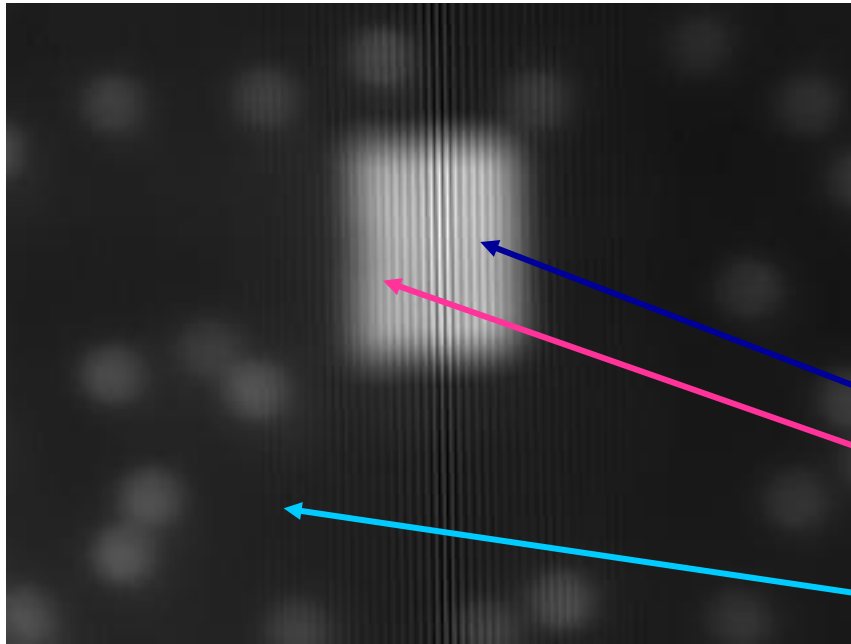


Démonstration en laboratoire (thèse N. Matallah)

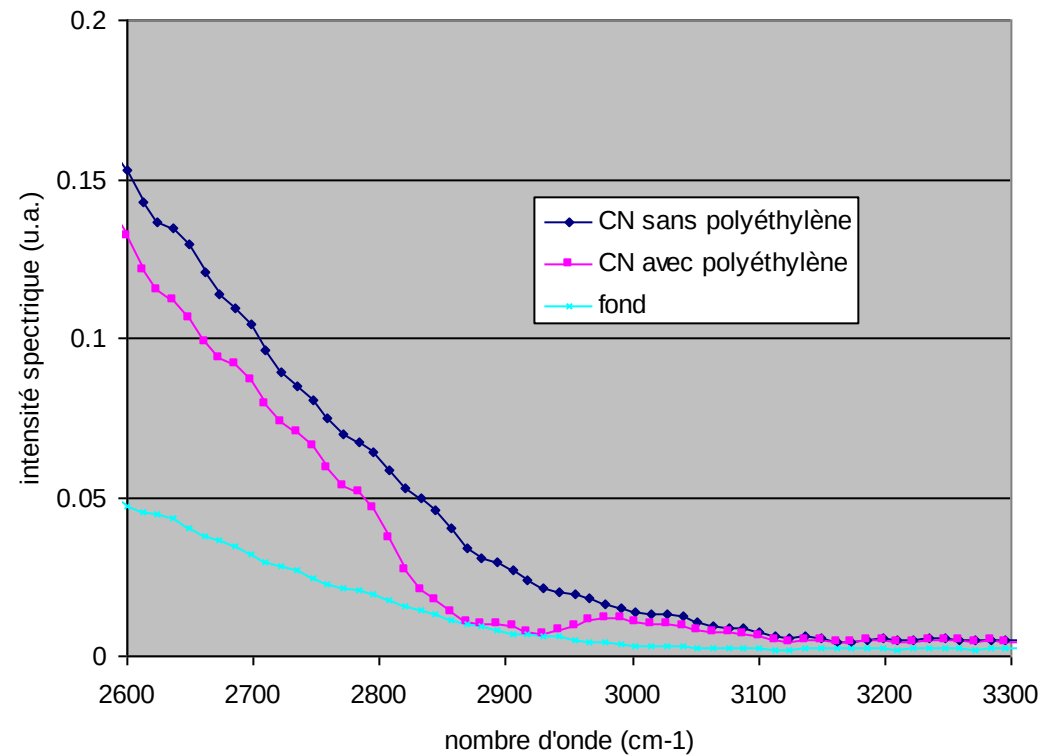
DéSIIR : Démonstrateur de Spectro Imagerie InfraRouge



Démonstration en laboratoire (thèse N. Matallah)



Démonstration en laboratoire (thèse N. Matallah)





3. Travaux PRECISION prospectifs

L'intégration au plan focal de la fonction interféromètre
(thèses S. Rommeluère puis F. Gillard)

Premiers résultats MICROSPOC

Point de départ : la technologie des détecteurs plans focaux

Hier...

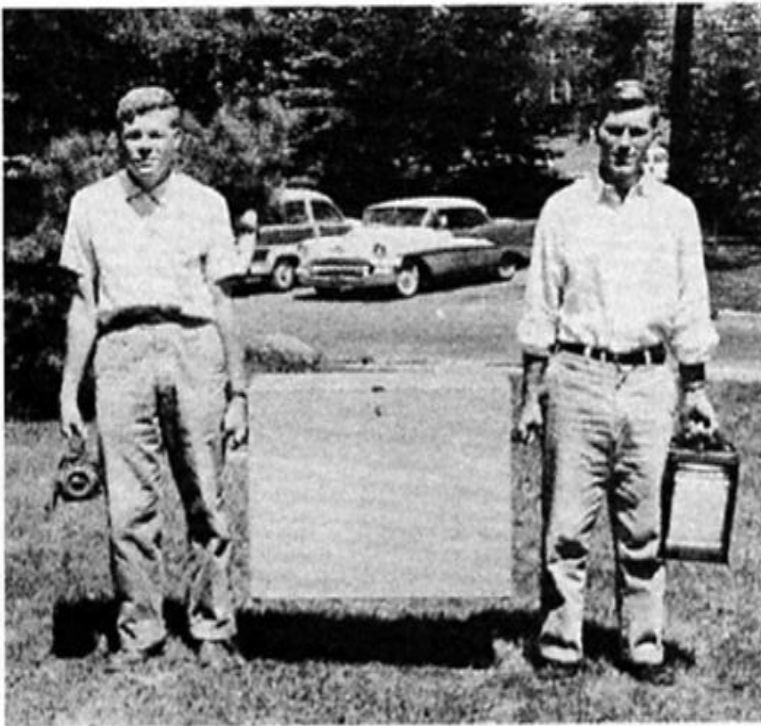


Fig. 1 A “portable” infrared radiometer used to measure infrared scene profiles at Syracuse University in the late 1950s. John Stannard, left, was an undergraduate at the time of this picture. He later received his Ph.D under Professor Henry Levinstein. The identity of the student on the right is not known.

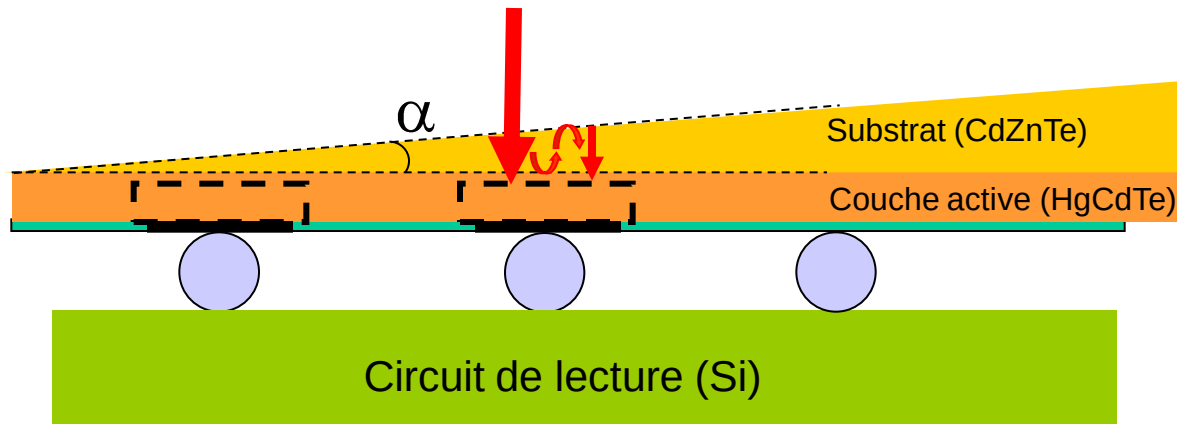
Aujourd’hui :



Détecteurs grand format (mégapixels)
Hautes cadences (kHz)
Refroidis par machine dans des cryostats compacts

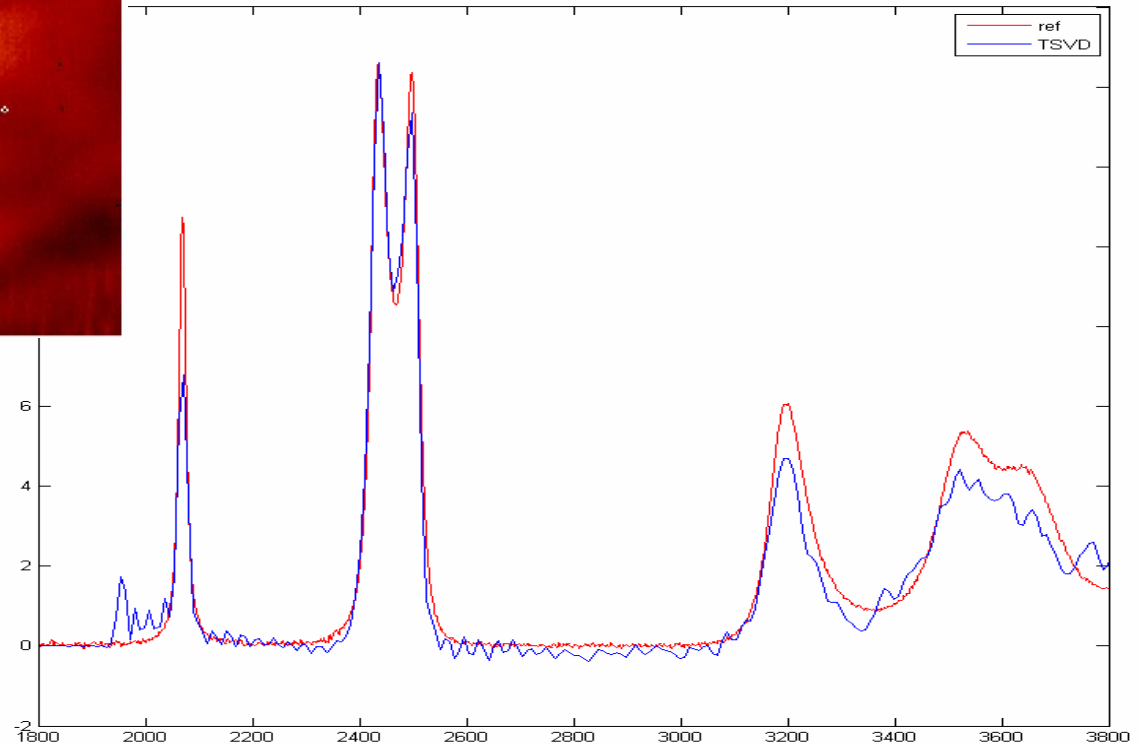
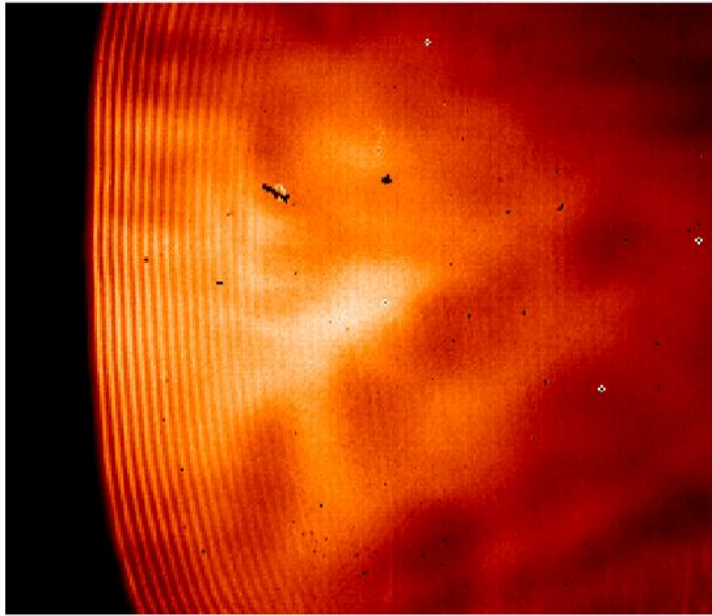
Concept MICROSPOC

Interféromètre à deux ondes directement intégré dans la structure de détection.



N. Guérineau, S. Rommeluère et J. Deschamps, Brevet n° FR2855608B1 (déposé le 28/05/03).

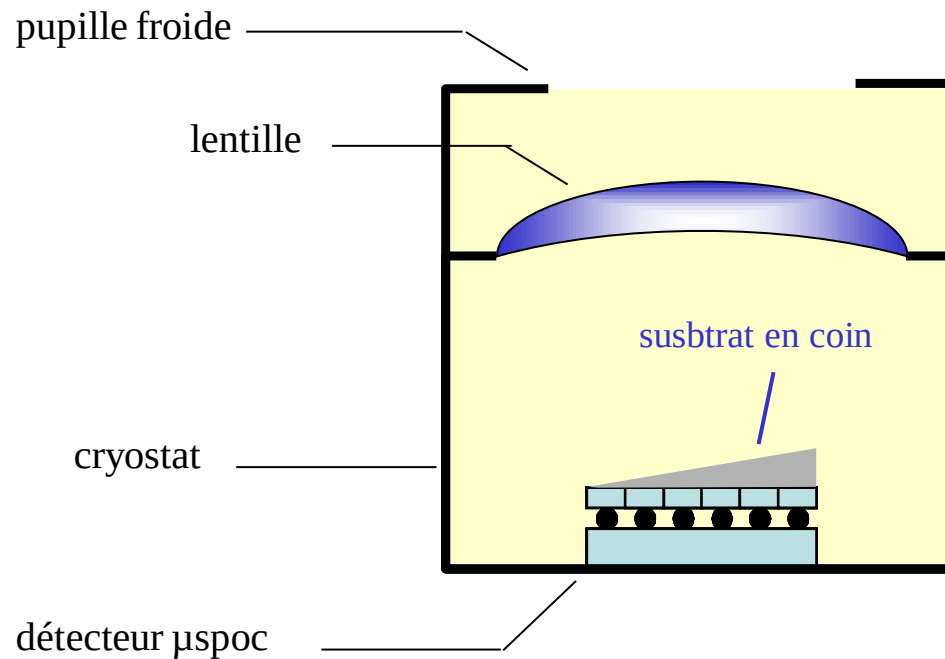
Résultats préliminaires :



N. Guérineau, S. Rommeluère et J. Deschamps, Brevet n° FR2855608B1 (déposé le 28/05/03).

Architecture envisagée :

Intégrer l'ensemble du système optique dans le cryostat du détecteur:





Conclusion

Ce qu'il faut retenir...

- **PRECISION** : une plateforme pour développer de nouveaux concepts instrumentaux de spectro-imageurs (spectro TF ou autres: cf. travaux de Jean Minet avec Sagem).
- Contacts privilégiés avec les industriels et les acteurs français en technologies de détection
- Nouveaux instruments et pré-traitements (corrections radiométriques, géométriques et atmosphériques) développés conjointement.
- A terme :
 - développement de nouveaux instruments en collaboration avec des laboratoires extérieurs
 - mise à disposition d'un parc d'instruments pour les utilisateurs.