

RADIOMETRIE OPTIQUE AEROPORTEE

Briottet X. (ONERA)
Boucher Y. (ONERA)
Parol F. (LOA)

Imagerie physique :

Technique d'acquisition et d'exploitation quantitative du signal

↓
Image

↓
Grandeur radiométrique

- Propriétés optiques : spectral, polarisation, directionnel
- Radiatif: température

Intérêts

Fonction de la Géométrie: taille, morphologie

- Compréhension des phénomènes / développements d'outils
- Préparation de nouvelles missions spatiales
- Calibration/Validation

**NECESSITE DE DISPOSER D'INSTRUMENTS ETALONNES
=> Caractérisation (modèle instrument, bruit), étalonnage**

Caractérisation de l'instrument

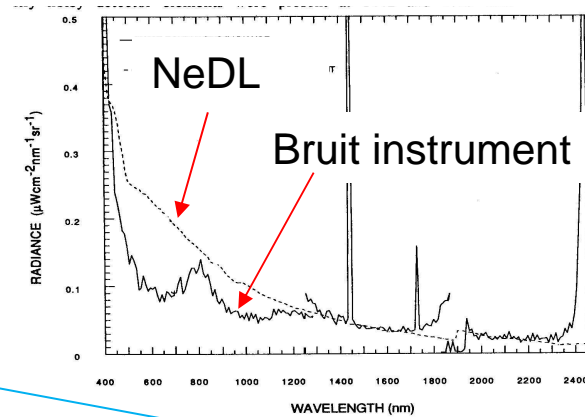
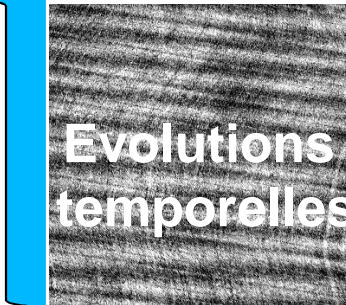
Caractérisation en laboratoire / suivi en vol

Spatial

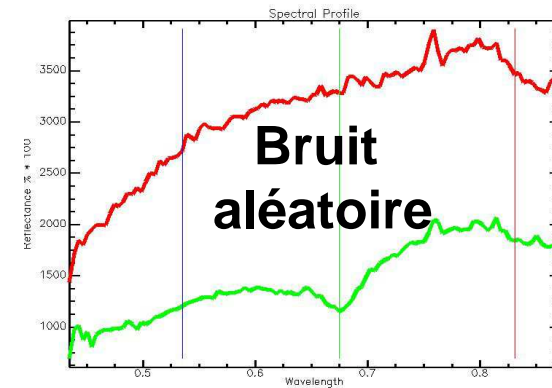
Non maîtrisé



Modélisable => correction possible



Spectral



Cette caractérisation permet le développement et la validation d'un modèle instrumental comportemental => Correction de défauts instrumentaux

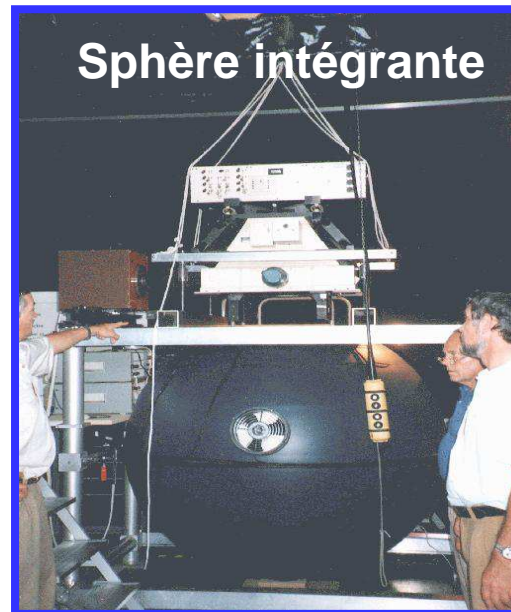
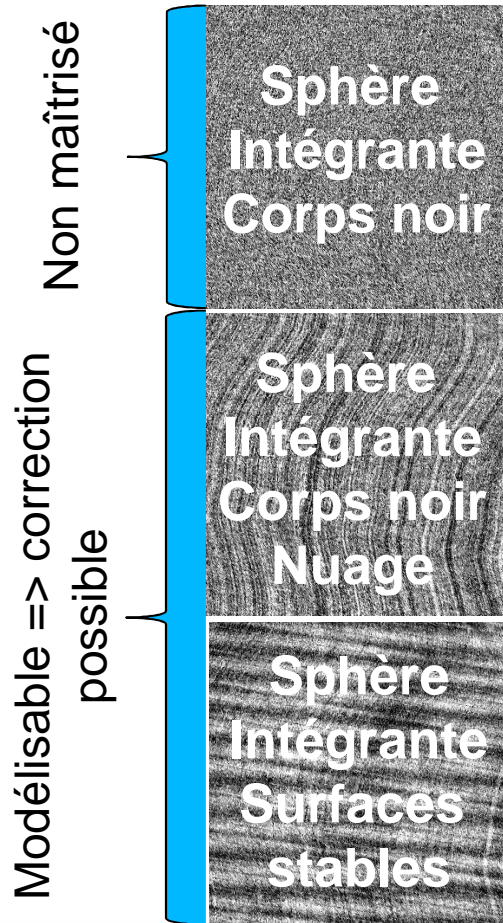


Et Sensibilité spectrale

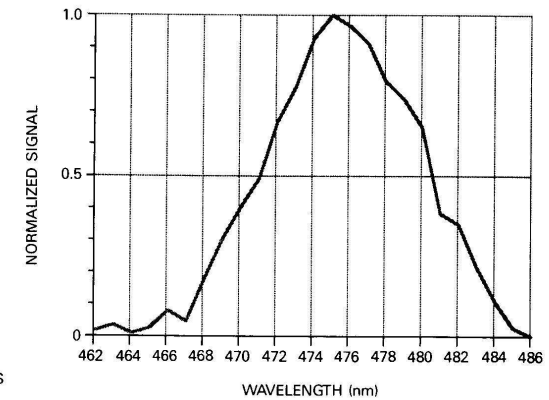
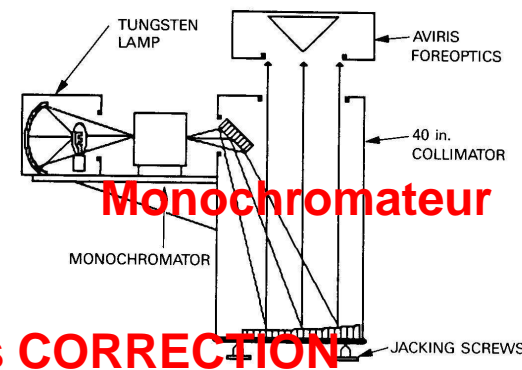
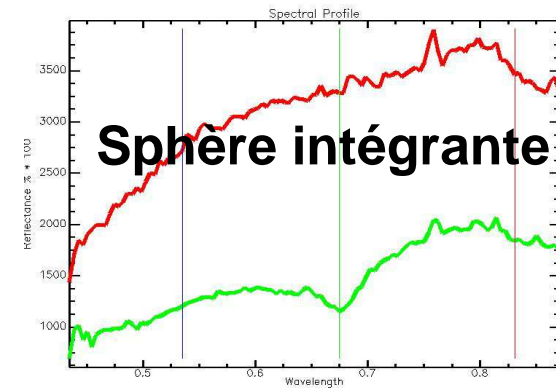
Caractérisation de l'instrument

Caractérisation en laboratoire / suivi en vol

Spatial



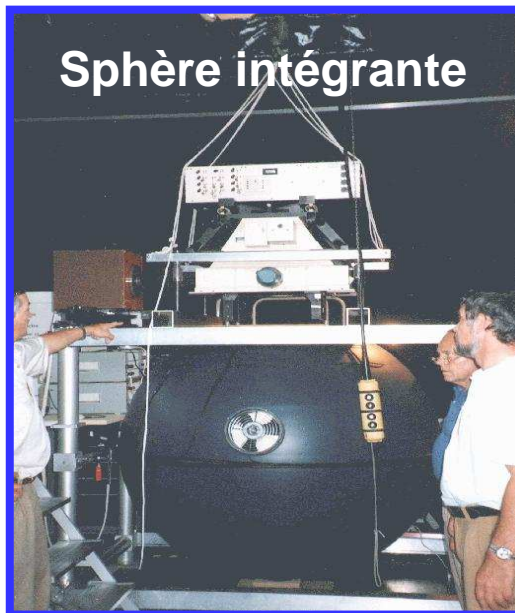
Spectral



Puis CORRECTION

Etalonnage de l'instrument

Convertir les acquisitions exprimées en compte numérique CN en sortie de la chaîne optro électronique en grandeur physique L (luminance spectrale $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$).



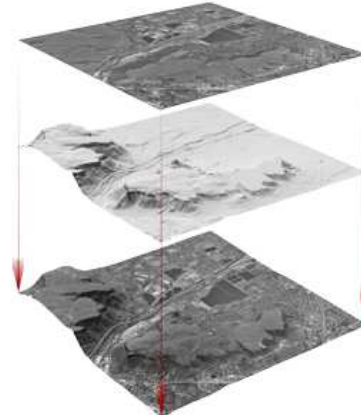
Traitements géométriques (@Y. Boucher)

1. Correction of the optical distortion



dxo.com

2. Géorectification



creativemapsolutions.com

2 methods

Vis et IR cameras

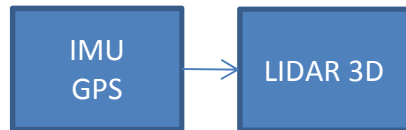


Aerotriangulation
Images mosaic with overlapping

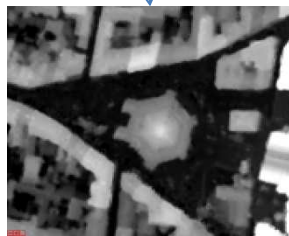
3. Co-registration



4. Mosaicking



Point clouds



Georeferenced DTM

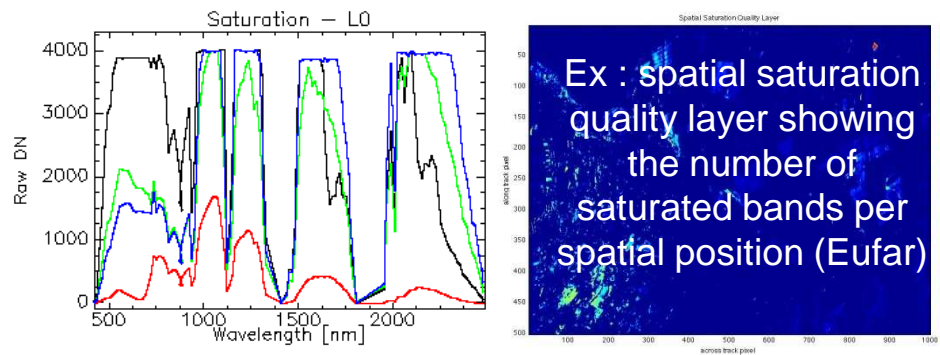
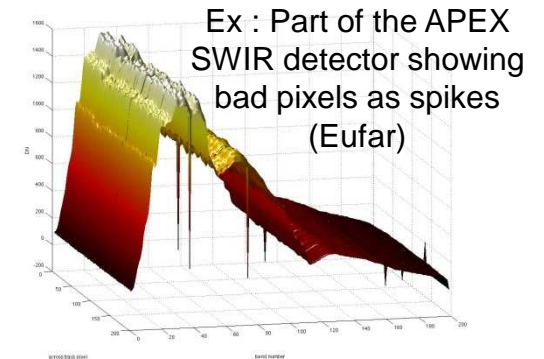


Georectification

Qualité des données (quality layer, cf Eufar)

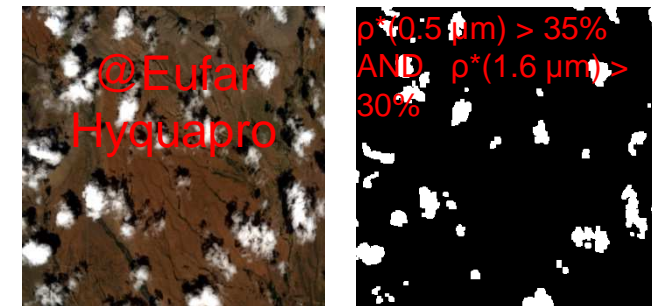
IMPORTANCE DE FOURNIR DES INDICES DE QUALITE SUR LES DONNEES A CHAQUE NIVEAU DE TRAITEMENT

Pixels « morts » (proche du niveau de courant d'obscurité)



Pixels saturés

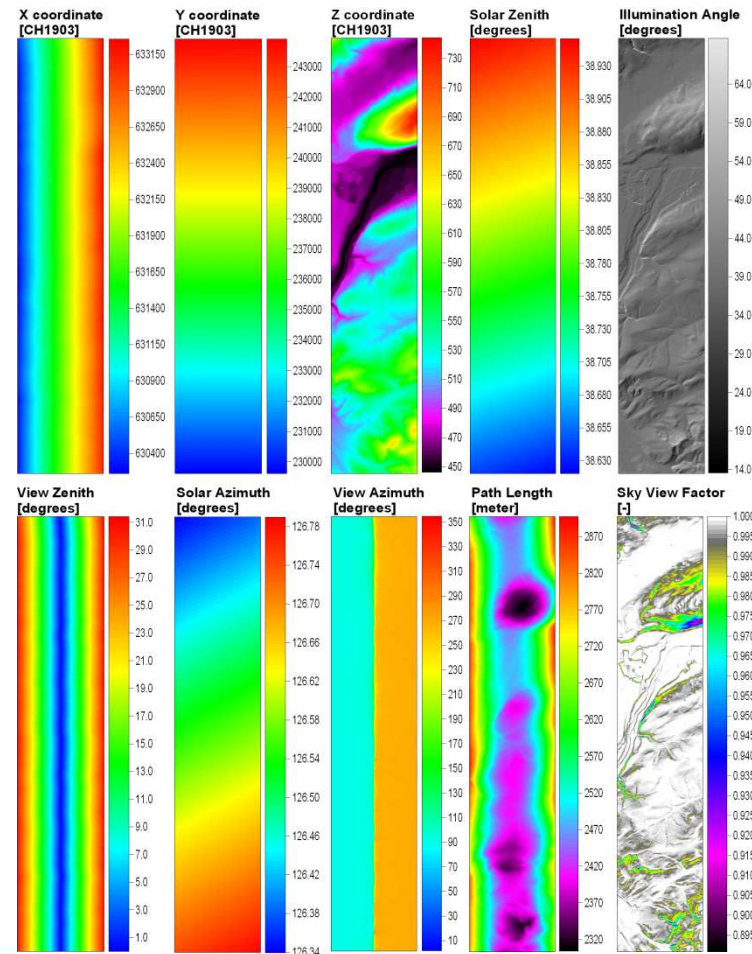
Détection des ombres



Détection des nuages

Qualité des données (quality layer, cf Eufar)

Identification des géométries de BRDF critiques (informations géométriques de prises de vue et du relief pour permettre d'alerter l'utilisateur



Eufar@Hyquapro

Correction atmosphérique

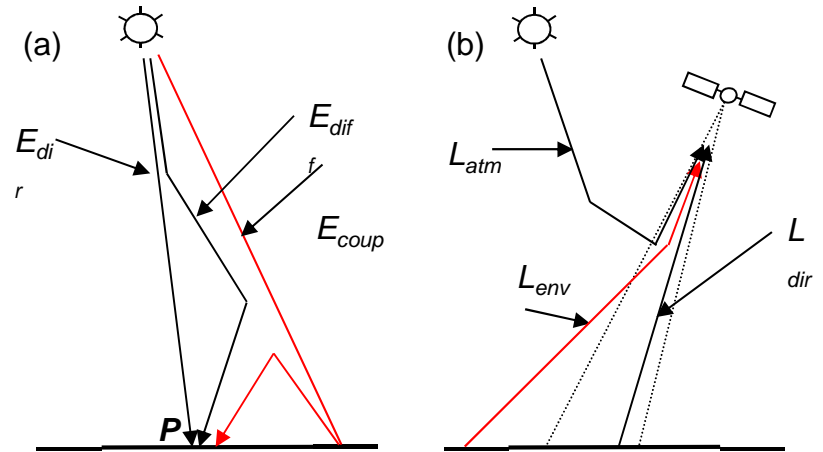
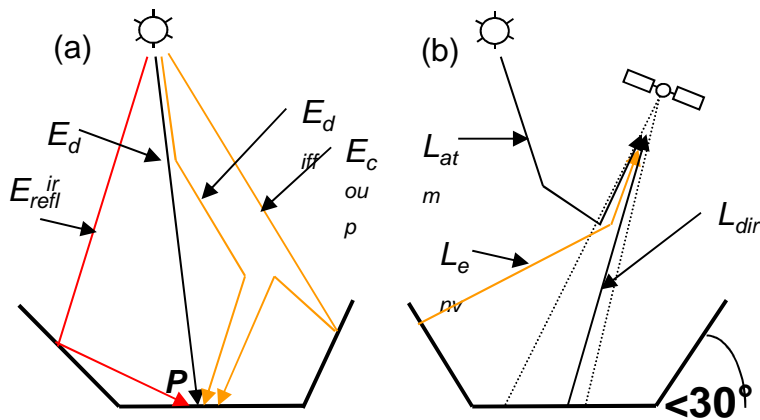
DEMANDES UTILISATEUR (cf questionnaires CSTA Safire pour les surfaces continentales): disposer de grandeurs au niveau de l'observable

Paysage : sol plat

REFLECTIF: Si faible résolution spectrale: 6S (Vermote et al.)

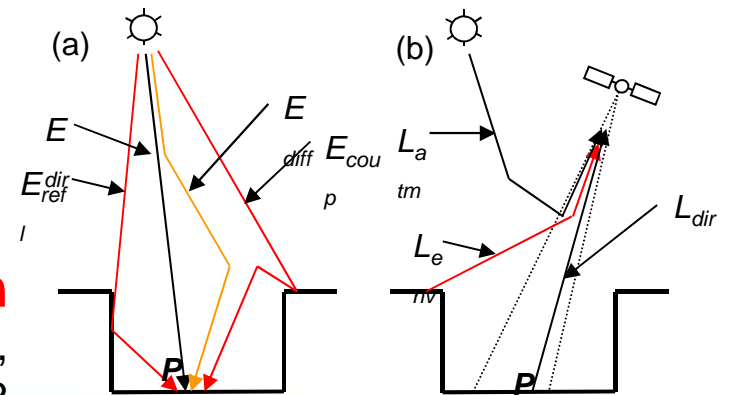
Sinon: ELM, ATCOR4 (DLR), FLAASH (USA), COCHISE [Miesch, 2005]

EMISSIF: SW, TES, SpSm



Zone montagneuse

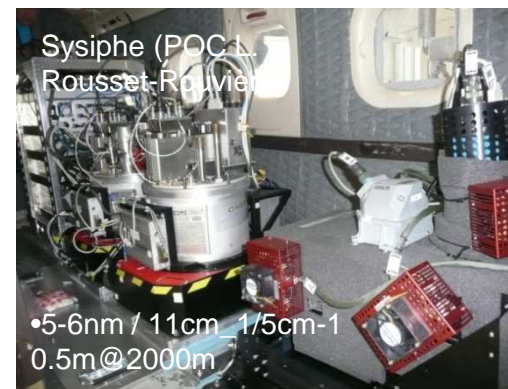
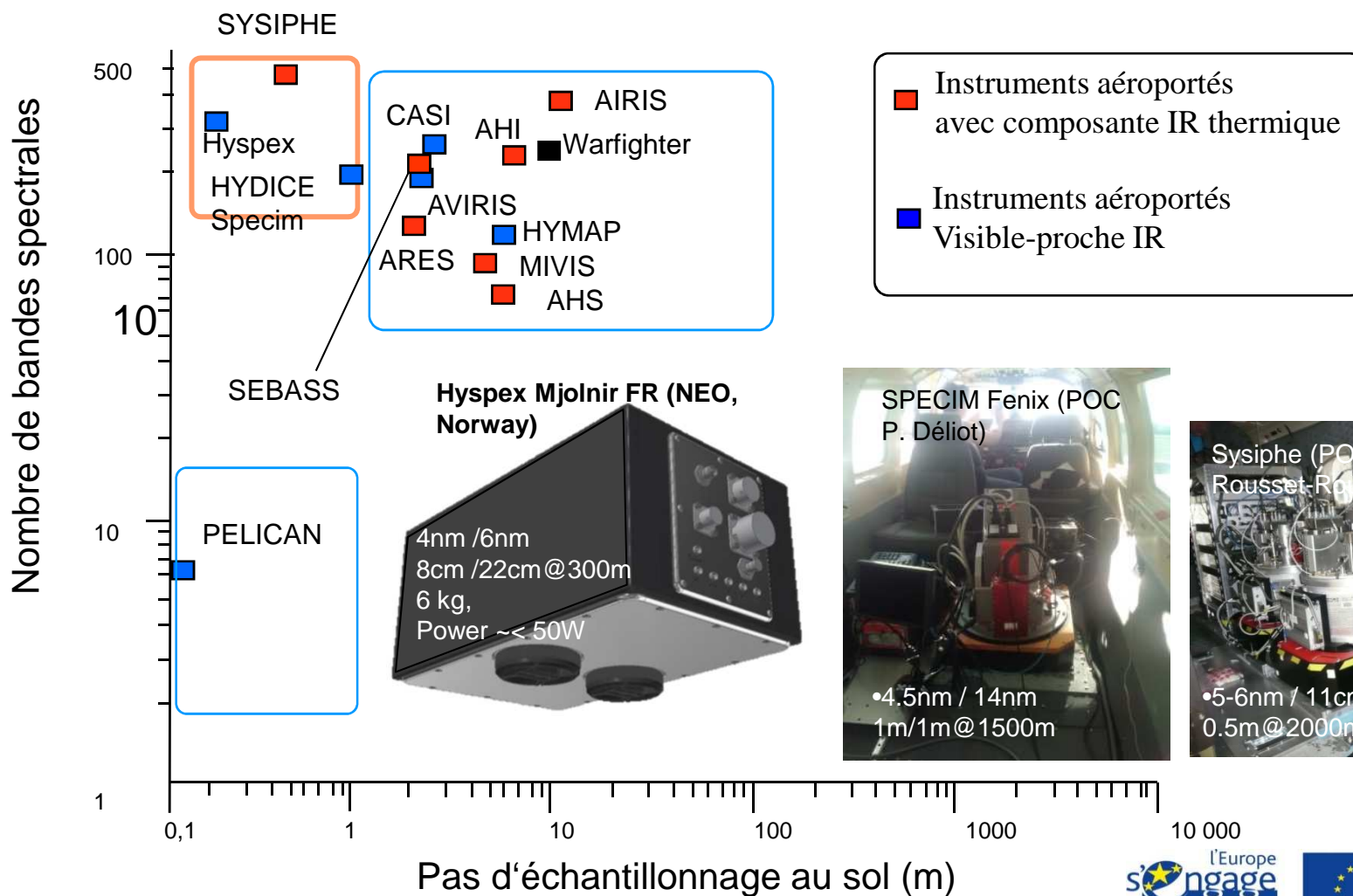
REFLECTIF: Si MNS: SIERRA [LENOT, 2003], ATCOR4



Milieu urbain

REFLECTIF: Si MNS: ICARE [Lachérade, 2008], ATCOR4,
Sinon: Cochise, Chen et al., 2012

Mesure de la reflectance spectrale



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Mesure de la reflectance spectrale

IGN CamLight



6 to 16 cameras VISNIR

Nadir or multi-angular viewing,

GSD ~2 to 50 cm

Total Weight < 6kg



Cartographie d'argile
TOSCA@Gomez_LISAH

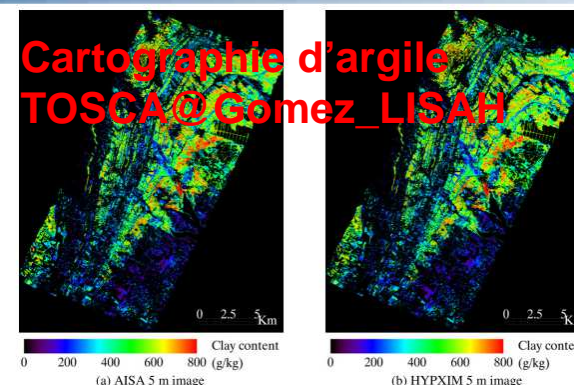
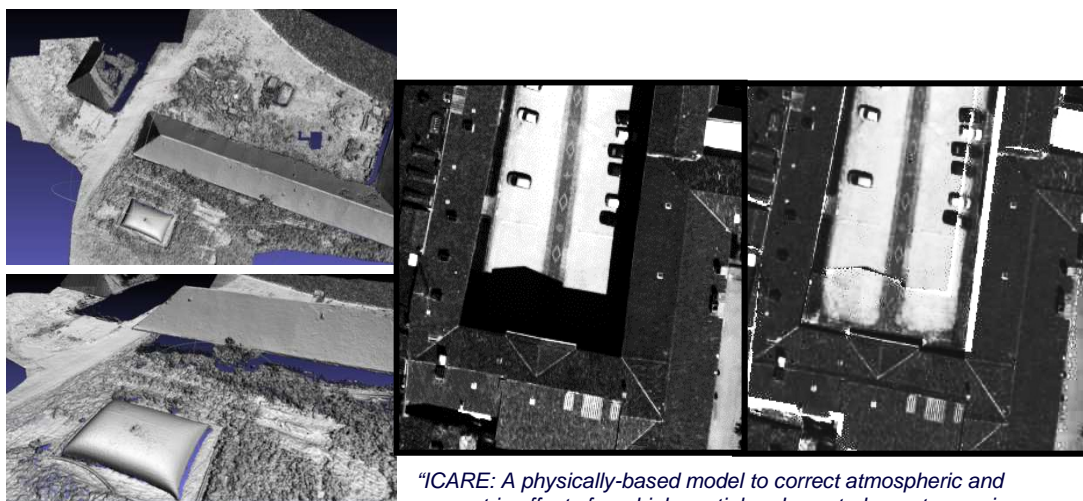
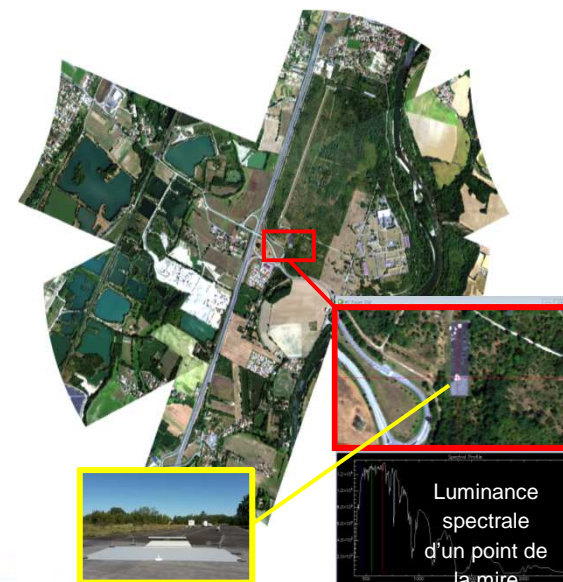


Figure 7. 5 m resolution clay content maps.

Evaluating the sensitivity of clay content prediction to atmospheric effects and degradation of image spatial resolution using Hyperspectral VNIR/SWIR imagery, [C. Gomez, R. Ultra-Carrió, S. Bacha, P. Lagacherie, X. Briottet, Remote Sensing of Environment, Volume 164, July 2015, Pages 1–15, doi:10.1016/j.rse.2015.02.019](#)



"ICARE: A physically-based model to correct atmospheric and geometric effects from high spatial and spectral remote sensing images over 3D urban areas", S. Lachérade, C. Miesch, D. Boldo (IGN), X. Briottet, C. Valorge (CNES), H. Le Men (IGN), Volume 102, Numbers 3-4 / December, 2008, Special Issue on CAPITOU L Experiment (Special Editors: L. Gimeno, V. Masson and A. J. Arnfield), Meteorology and Atmospheric Physics Publisher Springer Wien, pp 209-222



Mesure des effets directionnels

Optique grand champ

Caméra en visée inclinée + trajet en rosace



8bdes/6bdes
10-20nm/35-80nm
FOV
+/- (51°x43°/46°x39°)



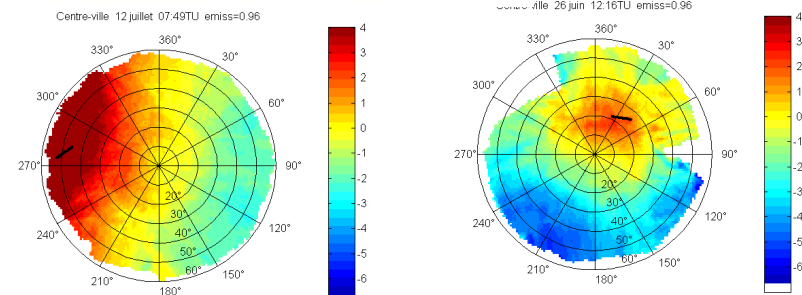
Caméras FLIR
Monobande



Luminance totale observée au dessus d'un stratocumulus (altitude 1km).



Composition colorée des luminances polarisées mesurées à 490, 670 et 865nm.



Crédit JP Lagouarde (INRA)

Mesure de la Température

MCT

7.5 - 12 μm , filter-wheel 8 positions,

GSD 50cm

FOV 153x122m @ 1600m AGL

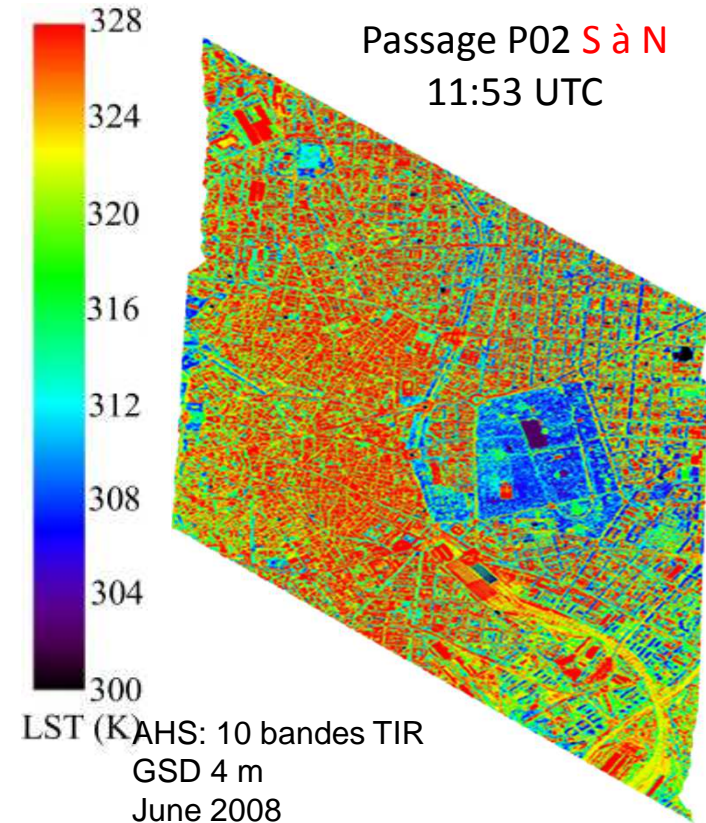


PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Compact 4 heads camera based on $\mu\text{bolometers}$, 600 x 400 pixels. Integration currently being finalised



And Sysisphe....



R. Oltra-Carrio, Thermal remote sensing of urban areas. The case study of the Urban Heat Island of Madrid. PhD Thesis. Universitat de València (2013)

TERRISCOPE Carriers (POC: Yannick BOUCHER)



PROJET COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Manned airplanes*

*Outside TERRISCOPE project, non-exhaustive list



ATR42 payload 2500 kg Autonomy : 3000 km



Piper Aztec payload 200 kg Autonomy : 1000 km



Stemme S10-VT payload 80 kg Autonomy : 600 km

Acquisition of a fixed-wings vector



K75-Titan from DEIMOS-Elecnor

- ~80 kg MTOW - 35 kg payload, Autonomy : > 350 km
- Avionic system Onera/DTIS/CDIN
- Carriage of 2 up to 4 optical sensors
- Delivery: march 2018, sensors integration from May 2018

Acquisition of 4 UAVs + launching and control station



- 25 kg MTOW - 7 kg payload upgraded to 10kg
- Autonomy: 800 km. Carriage of 1 or 2 sensors per UAV
- Delivery: Nov. 2017
- Sensors integration from December 2017

TERRISCOPE
POC: Yannick.boucher@onera.fr

Radiométrie = traitements + étalonnage

Airplane sensors



Hyperspectral cameras 0.4-2.5 μ m

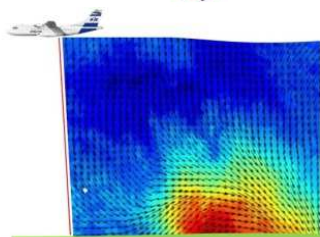
Multispectral / multiangular visible high resolution imaging systems



Multispectral IR cameras



Topographic 3D Laser scanners



Wind LIDAR

source laser fibrée 1,5 μ m haute énergie dernière génération: $E=350\mu$ J, PRF=16kHz
 $\tau=700$ ns
Profil de vitesse de vent de 5km d'altitude jusqu'au sol
précision de vitesse verticale <0,13m/s
précision de vitesse horizontale <0,6m/s

UAV sensors

