



**HAL**  
open science

# Reconstruction du relief par images des plans épipolaires à partir d'acquisitions aériennes denses

Clara Barbanson, Andrés Almansa, Yann Ferrec, Pascal Monasse

► **To cite this version:**

Clara Barbanson, Andrés Almansa, Yann Ferrec, Pascal Monasse. Reconstruction du relief par images des plans épipolaires à partir d'acquisitions aériennes denses. SFPT 2016 Colloque " Photogrammétrie Numérique et Perception 3D : les Nouvelles Conquêtes " , Mar 2016, MARNE LA VALLEE, France. hal-01411941

**HAL Id: hal-01411941**

**<https://hal.science/hal-01411941>**

Submitted on 7 Dec 2016

**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.

# Reconstruction du relief par images des plans épipolaires à partir d'acquisitions aériennes denses

Clara Barbanson<sup>1</sup>, Andrés Almansa<sup>2</sup>, Yann Ferrec<sup>1</sup>, Pascal Monasse<sup>3</sup>

1: Onera, Chemin de la Hunière et des Joncherettes BP 80100, 91123 Palaiseau Cedex - France

2: Télécom Paristech, 46 rue Barrault, 75634 Paris Cedex 13 - France

3 : Ecole des Ponts ParisTech, 6-8, Av Blaise Pascal - Cité Descartes, Champs-sur-Marne, 77455 Marne-la-Vallée cedex 2 - France

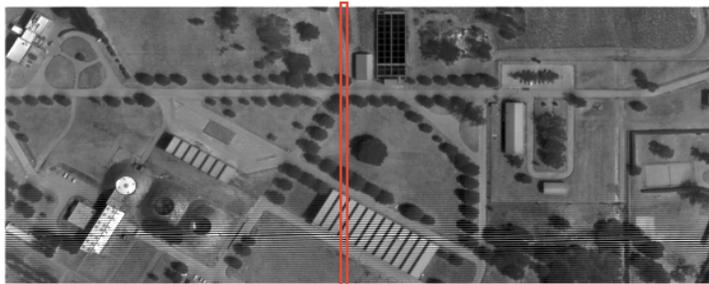
[clara.barbanson@onera.fr](mailto:clara.barbanson@onera.fr)

Dans le domaine des imageurs infrarouges hyperspectraux aéroportés, l'ONERA a développé Sieleters, un spectromètre imageur à transformée de Fourier basé sur un interféromètre statique. En raison du mode d'acquisition de ce type d'instrument, les variations d'élévation d'une scène, si elles ne sont pas connues, entraînent des difficultés de reconstruction des spectres. L'objectif du travail présenté ici est d'estimer le relief de la scène à partir des images acquises par Sieleters elles-mêmes. L'originalité de la méthode proposée vient de la nature des images, qui contiennent des franges d'interférences, ainsi que de leur nombre, puisque l'instrument acquiert des images à très fort recouvrement, décalées chacune d'un pixel, soit 50cm.

## Contexte

Sieleters est un spectromètre imageur à transformée de Fourier statique [1]. Il comporte un interféromètre de Michelson, placé en amont de l'objectif d'imagerie, qui génère, au niveau de l'image, des franges d'interférences codant l'information spectrale. L'image obtenue en sortie est donc la superposition de la scène à des franges d'interférence rectilignes, comme le montre la figure 1. Ces franges sont fixes par rapport au détecteur, et le défilement de la scène est assuré par le déplacement de l'avion. Chaque ligne de l'image a donc une même valeur de différence de marche.

L'avion suivant une trajectoire rectiligne (perpendiculaire aux franges d'interférences), tout point au sol est vu successivement sur chacune des lignes de l'image, c'est-à-dire sous différents états d'interférence. On peut alors reconstruire un interférogramme pour chaque élément de la scène, et leur spectre par transformée de Fourier. Si la scène présente du relief et qu'on n'en tient pas compte, alors les correspondances entre les différentes images associées pour la construction de l'interférogramme sont incorrectes, et le spectre est erroné. Il faut donc disposer d'un modèle numérique de surface (MNS). Dans ce travail, nous nous proposons de déterminer ce MNS à partir des images elles-mêmes.



**Figure 1** : Image mesurée par Sieleters.  
On observe, dans la partie basse de l'image, des franges très contrastées.

## Méthodes

Compte tenu du fait que le porteur a une trajectoire rectiligne, et afin de tenir compte des nombreuses images à disposition, la méthode des images des plans épipolaires [2,3], nommées EPI par la suite, a semblé intéressante. Partant d'images recalées en géométrie épipolaire, cette méthode exploite le fait qu'en trajectoire rectiligne, les centres d'images sont colinéaires. Dans ce cas, les plans épipolaires sont identiques pour toutes les paires d'images. L'idée est alors de construire des images spatio-temporelles, les EPI, à partir des lignes épipolaires correspondantes, issues de chacune des images. On obtient ainsi une image de droites, qui représentent les « trajectoires » des éléments de la scène par rapport à la caméra. La pente de ces lignes est inversement proportionnelle à la disparité : plus un point est éloigné de la caméra, plus la pente de sa droite sur l'EPI sera élevée.

Cependant, comme nos images possèdent des franges d'interférences, un algorithme d'extraction de segments risque d'être perturbé, puisque ces franges induisent dans l'image épipolaire des variations radiométriques décorrélées du relief. Le choix a donc été fait d'effacer les franges des images.

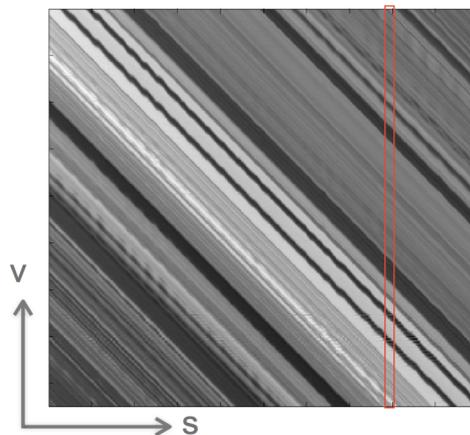
L'effacement des franges a été dirigé par le fait que leurs fréquences spatiales, dans l'espace de Fourier, sont principalement limitées à une zone du spectre, appelée  $\Omega$ . En faisant l'hypothèse d'un modèle d'image où l'image mesurée,  $w$ , est décrite comme la somme d'une image de la scène sans franges,  $u$ , et d'une image de franges,  $v$ , on cherche  $u$ , en minimisant variation totale sur  $u$ . La variation totale (TV) est un opérateur qui lisse les zones homogènes d'une image tout en conservant les discontinuités [4,5,6]. Le problème d'optimisation s'exprime alors de la forme suivante :

$$\begin{aligned} & \min_u TV(u) \\ & \text{sous contraintes : } \hat{u}_{\Omega^c} = \hat{w}_{\Omega^c} \\ & \text{et } w = u + v \end{aligned}$$

Où l'accent circonflexe désigne la transformée de Fourier, et  $\Omega^c$  est la zone fréquentielle complémentaire de  $\Omega$ .

## Résultats

La méthode d'effacement des franges a permis d'obtenir des images où les franges ont été effacées sur les zones lisses. Sur les zones à forte discontinuité radiométrique, elles n'ont pas tout à fait disparu (insuffisance du modèle additif), mais ont néanmoins été suffisamment atténuées pour permettre de traiter le problème géométrique. Une image des plans épipolaires obtenue est montrée sur la figure 2. Elle correspond à la scène présentée en figure 1. La colonne encadrée dans l'image des plans épipolaires correspond à celle encadrée dans l'image 1. Chaque ligne représente donc un objet, et l'axe des abscisses montre l'évolution de son déplacement d'une image à l'autre.



**Figure 2** : Image des plans épipolaires (EPI). V est l'axe spatial des colonnes de l'image, le même que pour l'image originale. S est l'axe des numéros d'images (assimilé au temps).

## Perspectives

La hauteur de vol étant, dans notre cas, nettement supérieure aux hauteurs relatives des éléments de la scène, les orientations des lignes de l'EPI sont très proches. Il est donc d'autant plus important de déterminer précisément les pentes, ce qui sera facilité par l'absence de franges. L'algorithme d'extraction des lignes de l'EPI est en cours de traitement. Sa précision conditionnera la qualité de la carte de disparité.

## Références

- [1] SIELETTERS, an airborne infrared dual-band spectro-imaging system for measurement of scene spectral signatures, 2015, Coudrain et coll., Opt. Express 23
- [2] Epipolar-Plane Image Analysis : An approach to determining structure from motion, 1987, Bolles, Baker and Marimont. International Journal of Computer Vision
- [3] Scene reconstruction from high spatio-angular resolution light fields, 2013, C. Kim, H. Zimmer, Y. Pritch, Disney Research
- [4] Nonlinear total variation based noise removal algorithms, 1992, Rudin, Osher and Fatemi, PhysicaD
- [5] Edge direction preserving image zooming: a mathematical and numerical analysis, 2002, Malgouyres et Guichard, SIAM Journal on Numerical Analysis
- [6] Image Decomposition and restoration using total variation minimization and the  $H^1$ , 2006, Osher, Solé et Vese, Multiscale Modeling and Simulation