



## Régularisation adaptative en tomographie SAR

*Proposants* : Télécom Paris, ONERA

*Lieux* : Télécom Paris, 19 place Marguerite Perey, 91 120 Palaiseau, et ONERA, 6 Chemin de la Vauve aux Granges, 91 120 Palaiseau

*Dates* : stage de M2 à partir de février 2020

*Encadrement* : Florence Tupin (Télécom Paris, [florence.tupin@telecom-paristech.fr](mailto:florence.tupin@telecom-paristech.fr)), Loïc Denis (Télécom Saint Etienne, [loic.denis@univ-st-etienne.fr](mailto:loic.denis@univ-st-etienne.fr)), Flora Weissgerber, (ONERA, [flora.weissgerber@onera.fr](mailto:flora.weissgerber@onera.fr)), Abigael Taylor (ONERA, [abigael.taylor@onera.fr](mailto:abigael.taylor@onera.fr))

*Ce sujet de stage pourra éventuellement se poursuivre par une thèse.*

### Contexte

L'étude de la surface terrestre présente des applications dans une grande variété de domaines allant des géo-sciences au suivi des activités humaines. Pour différentes problématiques, des techniques d'imagerie adaptées peuvent être utilisées. L'imagerie SAR est un certain type d'imagerie RADAR pouvant fournir des images de résolution variable : de la dizaine de mètres à la dizaine de centimètre pour les capteurs haute résolution.

Cette technique présente plusieurs avantages par rapport à une acquisition optique. Ainsi, comme le capteur est actif, il ne dépend pas de l'illumination de la scène. D'autre part, l'onde électromagnétique émise n'est pas stoppée par les nuages. Des images SAR peuvent donc être acquises à tout moment et dans n'importe quelle condition atmosphérique. Par ailleurs, l'utilisation de plusieurs images SAR peut permettre d'accéder au relief d'une zone et, selon la résolution du capteur, de reconstruire la topographie d'une région voire de représenter des bâtiments en trois dimensions.

La technique de tomographie SAR consiste à combiner plusieurs acquisitions obtenues à des positions légèrement différentes pour retrouver l'information 3D de la scène observée. L'information de phase des images permet de calculer la différence de chemin optique entre les différentes acquisitions et d'effectuer une séparation des réflecteurs en fonction de leur hauteur dans la case radar [1].

### Objectif du stage

Depuis une dizaine d'années, différentes techniques ont été proposées pour améliorer la résolution obtenue par tomographie SAR. Cependant, les paysages urbains denses présentent des distributions de réflecteurs pouvant vite varier à travers l'image ce qui peut empêcher l'utilisation de certaines techniques efficaces. Une récente approche [2] a produit des résultats prometteurs en intégrant l'information de voisinage lors de la séparation des réflecteurs en 3D. Si cette approche est capable de favoriser des structures composées de plans verticaux et

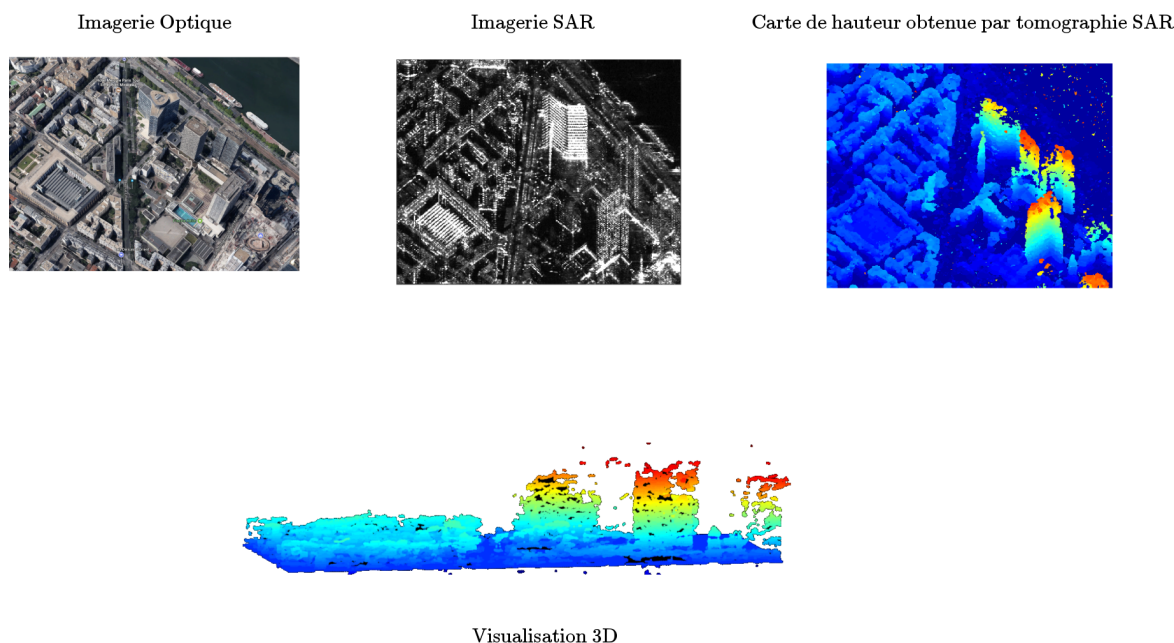


FIGURE 1 – Image optique, une des image radar correspondante, carte de hauteur et reconstruction 3D par tomographie

horizontaux, on peut toutefois lui reprocher son manque de flexibilité par rapport à l’orientation des bâtiments observés.

L’objectif de ce stage est d’améliorer l’approche présentée en [2] en ajoutant une information d’orientation dans la reconstruction 3D. L’idée est de détecter l’orientation principale des bâtiments sur les images radar puis de l’exploiter dans la régularisation afin de mieux respecter la forme des bâtiments.

Les résultats obtenus seront comparés à des méthodes de l’état de l’art déjà existantes dans l’équipe. L’utilisation d’images simulées dont la vérité terrain est connue permettra de quantifier les performances des différentes méthodes. Ces performances pourront être comparées aux performances obtenues sur données réelles pour lesquelles une vérité terrain est disponible.

### Déroulement

Le stage se déroulera au sein de l’équipe IMAGES (Image, Modélisation, Analyse, Géométrie et Synthèse) du Département IDS (Image, Données, Signal) de Telecom Paris, laboratoire LTCI. Il sera encadré par Florence Tupin (professeur à Télécom Paris), Loïc Denis (maître de conférences à Télécom Saint-Etienne), en collaboration avec l’ONERA (Flora Weissgerber, Abigaël Taylor). Le stage s’effectuera en collaboration avec Clément Rambour, actuellement post-doctorant CNAM / ONERA.

Après une phase bibliographique pour se familiariser avec la technique de tomographie radar, des approches classiques seront mises en oeuvre et évaluées (codes disponibles). Le coeur du stage sera consacré à la prise en compte d’informations structurelles pour améliorer

la régularisation imposée dans la reconstruction tomographique selon les stratégies exposées ci-dessus.

### **Compétences attendues**

Ce sujet nécessite de bonnes connaissances en traitement d'image et du signal et en programmation et des connaissances de base en physique. Un intérêt pour la mise en oeuvre (programmation Matlab/Python et/ou C/C++) des méthodes sur des données réelles est indispensable.

### **Références**

- [1] A. Reigber and A. Moreira, "First demonstration of airborne SAR tomography using multibaseline L-band data," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 38, pp. 2142–2152, Sep. 2000.
- [2] C. Rambour, L. Denis, F. Tupin, and H. M. Oriot, "Introducing Spatial Regularization in SAR Tomography Reconstruction," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, pp. 1–18, 2019.