

# Modélisation de la diffraction électromagnétique des surfaces végétalisées avec prise en compte de la topographie. Application à l'étude des forêts tropicales et à la présence d'hydrocarbures sur le sol

**Soutenance de thèse de Jean Pascal Monvoisin**

**22 Mai 2018 à 13h00**

**Auditorium de l'ONERA Toulouse**

**Devant le jury :**

- Mr. FERRO-FAMIL Laurent (Rapporteur, Université de Rennes 1)
- Mr. LESSELIER Dominique (Rapporteur, CNRS - Laboratoire des signaux et systèmes)
- Mr. BORDERIES Pierre (Directeur de Thèse, ONERA/DEMR)
- Mr. FLOURY Nicolas (Examinateur, ESA/ESTEC)
- Mme KLOTZ Patricia (Examinatrice, ONERA/DTIM)
- Mr. MOUGIN Eric (Examinateur, CNRS - GET)
- Mme DUBOIS-FERNANDEZ (Invitée, ONERA/DEMR)
- Mr TAILLANDIER Cédric (Invité, TOTAL)

## Résumé

La caractérisation et le suivi des propriétés des forêts constituent un enjeu majeur pour les applications environnementales, militaires, économiques et écologiques. Un outil particulièrement adapté est sans conteste la télédétection optique ou radar. En effet, elle offre une capacité unique de couverture planétaire et permet d'atteindre des zones difficiles d'accès. De plus, elle permet d'imager de manière non destructive et non intrusive avec potentiellement une bonne résolution spatiale et temporelle.

La télédétection radar possède l'avantage par rapport à l'optique de permettre l'acquisition d'images par tout temps, même lorsque des nuages sont présents au-dessus de la zone à imager, de jour comme de nuit. Cela est particulièrement intéressant pour l'étude des zones tropicales et équatoriales qui sont inexploitablement par les capteurs optiques durant une grande partie de l'année du fait de la présence de nuages. Par ailleurs, les ondes radar basses fréquences présentent un potentiel de pénétration sous le couvert végétal et permettent d'atteindre le sol avec une atténuation relativement faible. Elles apparaissent ainsi comme l'outil privilégié pour l'étude et la surveillance des forêts tropicales où se concentre l'essentiel de la biomasse mondiale. Par ailleurs, la société TOTAL s'intéresse à la détection d'hydrocarbures (HC) dans les forêts tropicales africaines pour la surveillance de l'environnement ainsi qu'à des fins prospectives. C'est dans ce contexte qu'a été lancé le projet New Advanced Observation Method Integration (NAOMI) en partenariat entre l'ONERA et TOTAL. Il a pour but d'utiliser la télédétection avec ces deux objectifs pour ces deux applications.

Dans ce contexte, il est essentiel d'être capable de modéliser la diffusion radar de la forêt, et plus généralement de la végétation, en prenant en compte la topologie du terrain, non seulement pour interpréter les images radar des futures missions spatiales et aéroportées, mais aussi à des fins prédictives. L'objet de cette thèse a été de mettre au point un modèle électromagnétique prenant en compte le relief de la scène et le caractère hétérogène de la végétation dans une approche très générale basée sur une discrétisation de la scène en triangles et pentaèdres. Ce modèle a été ensuite appliqué à des scènes canoniques à des fins de validation et illustration. Il a été ensuite appliqué à des forêts tropicales africaines et à une zone végétalisée dont le sol contient des HC, en confrontation avec des mesures terrain abondantes et des mesures radar de proximité, aéroportées et satellitaires. Enfin, ce modèle est inclus dans une stratégie d'inversion des propriétés de la scène à partir des mesures radar polarimétriques.

**Mots-clés :** Imagerie SAR, Modélisation électromagnétique, forêts tropicales, hydrocarbures, modèles réduits, méthodes inverses, biomasse, mesures diélectriques.