



# MODELISATION TEMPORELLE DU FOUILLIS FORESTIER RADAR

Soutenance de thèse – Xavier HUSSON

**11 janvier 2022 à 9h30**

à Centrale Supélec, amphi F306 (Bâtiment Bréguet)

Distanciel : [rdv.onera.fr/Soutenance\\_XavierHusson\\_SallePublique](http://rdv.onera.fr/Soutenance_XavierHusson_SallePublique)

## Devant le jury composé de :

Mihai Datcu, Professeur à l'University Politehnica Bucharest, Rapporteur et examinateur,  
Laurent Ferro-Famil, Professeur, ISAE-SUPAERO, Rapporteur et examinateur,  
Hélène Roussel, Professeure au Laboratoire GeePs, Sorbonne Université, Examinatrice  
Lætitia Thirion-Lefevre, Professeure au Laboratoire SONDRRA, Centrale Supélec, Examinatrice  
Frank Weinmann, Doctor of Engineering, FHR, Examineur  
Christian Cochin, Ingénieur, DGA-MI, Membre invité

## Résumé

La végétation est un élément important pour le radar car elle est omniprésente et met en échec de nombreux algorithmes. Cela provient avant tout du mouvement de la végétation, sous l'effet du vent, qui induit un décalage Doppler. Dans cette thèse, nous avons développé un modèle de fouillis de végétation pour l'imagerie SAR.

Pour ce modèle de fouillis, nous avons décidé de travailler sur la base de 3 hypothèses. Premièrement, nous avons choisi une modélisation géotypique au travers d'une approche procédurale de création d'arbres et de leur représentation par des maillages surfaciques. Deuxièmement, nous avons opté pour une modélisation électromagnétique asymptotique compatible des fréquences supérieures à 10 GHz, typiques des systèmes d'acquisition haute résolution. Troisièmement, nous avons retenu une modélisation animée constituée d'un maillage surfacique déformable à même de rendre compte du décalage Doppler.

Pour cela nous avons adapté un simulateur ONERA permettant la génération de données radars brutes. La première amélioration réside dans le choix d'une approche asymptotique en 2 étapes (optique géométrique et physique), détermination de la visibilité des facettes du maillage et évaluation du champ rétrodiffusé correspondant. La deuxième amélioration réside dans le développement d'une méthode d'interpolation afin de limiter le nombre de calculs de visibilité, point crucial pour l'imagerie SAR haute résolution.

La formation d'images SAR pour différentes intensité de vents nous a permis d'observer la défocalisation due aux mouvements des arbres au cours d'une acquisition. Une analyse de la densité spectrale de puissance, par comparaison avec le modèle de Billingsley, confirme la capacité de notre modèle à restituer le décalage Doppler.

## **Résumé traduit**

Vegetation is an important element for radar because it is ubiquitous and thwarts numerous algorithms. This is mainly due to the movement of vegetation, in the wind, which induces a Doppler shift. In this thesis, we have developed a vegetation clutter model dedicated to SAR imaging.

For this clutter model, we have decided to work with 3 assumptions. First, we have chosen to rely on a geotypical model using procedural tree creation and a surface mesh representation. Second, we have opted for an asymptotic electromagnetic model valid for frequencies higher than 10 GHz, which are typical of high resolution radars. Third, we have picked an animated model based on a deformed surface mesh that accounts for the Doppler shift.

To this end we have modified an ONERA simulator that generates complex radar signals. The first improvement comes from the choice of a two-step asymptotic model (geometrical and physical optics), visibility of the surface mesh facets and evaluation of the corresponding backscattered field. The second improvement comes from the development of an interpolation method meant to reduce the number of visibility computations, a crucial point for high resolution SAR imaging.

Computation of SAR images for different wind strengths has highlighted the defocalization effect induced by tree movements during an acquisition. An analysis of the power spectral density, namely a comparison with Billingsley's model, confirms the capacity of our model to account for the Doppler shift.

## **Mots clés**

Végétation, fouillis radar, simulation de grandes scènes