

## Sujets de thèses 2013

**Laboratoires :** L2E/Université Pierre et Marie Curie  
4 Place Jussieu  
75252 Paris Cedex 05  
91 192 Gif sur Yvette

L2S / Supélec  
Plateau de Moulon  
3 rue Joliot Curie

**Établissements de rattachement :** Université Pierre et Marie Curie (UPMC)

Écoles Doctorales : SMAER (UPMC)

**Directeur de thèse :** Mme Roussel (Pr-L2E-UPMC)

tél : 01-44-27-43-27 / email : [helene.roussel@upmc.fr](mailto:helene.roussel@upmc.fr)

Co-directeur : B. Duchêne (CR-L2S-CNRS/Supélec)

tél : 01-69-85-15-57/ email : [bernard.duchene@lss.supelec.fr](mailto:bernard.duchene@lss.supelec.fr)

Co-encadrant : C. Dahon (MdC-L2E-UPMC)

**Titre de la thèse : «Utilisation de modèles « exacts » et approchés de diffusion de couverts forestiers pour l'inversion de données forestières. »**

Collaborations dans le cadre de la thèse : Collaboration entre 2 laboratoires le L2E et L2S.

### Résumé du sujet :

L'objectif est de développer un modèle d'inversion de données adapté à notre problématique. Il s'agit de retrouver, à partir de mesures du champ « full polar » diffusé par une parcelle de forêt, les paramètres de la parcelle observée (densité, hauteur des arbres, permittivité) avec une précision satisfaisante. Dans une première étape, plusieurs campagnes de mesures sur des maquettes permettront d'acquérir des données mesurées en situation contrôlée qui pourront alimenter notre modèle d'inversion et ainsi le valider. Ces campagnes de mesures sont prévues dans le cadre d'une demande d'ANR BLANC en collaboration avec l'Institut Fresnel qui dispose d'une base (chambre anéchoïque) autorisant des mesures dans des configurations bistatiques variées. Dans un second temps il s'agira de proposer des évolutions sur le modèle d'inversion afin de pouvoir traiter des mesures de terrain.

Le sujet proposé est à la fois encadré par des membres du L2E localisé sur le campus de l'UPMC et un membre du L2S situé à Supélec pour des raisons de complémentarité sur les aspects modèles électromagnétiques et inversion. L'étudiant sera pour sa part localisé au L2E tout en interagissant de façon régulière avec le L2S.

## **Sujet développé :**

### **Contexte de la thèse :**

Nous avons développé au laboratoire un modèle dit « exact » dont l'objectif est d'étudier la signature radar d'une zone forestière pour des fréquences basses (50-500 MHz). Ce modèle nous a permis de mener plusieurs études sur l'interaction d'une onde électromagnétique avec des zones forestières (références 1 à 4). Il permet d'analyser tous les types de polarisation pour des configurations radar mono-statiques (l'émetteur et le récepteur sont localisés au même point) ou bi-statiques (le récepteur est délocalisé par rapport à l'émetteur). Il nous permet également d'analyser l'effet des couplages entre les éléments qui composent la forêt (troncs, branches, feuillage, sol...) et d'extraire les différents mécanismes mis en jeu (mécanismes directs ou indirects). Le modèle développé a été validé par des mesures faites, en situation contrôlée, sur des maquettes composées de barreaux diélectriques placés sur un plan parfaitement conducteur (références 5 et 6). L'inconvénient majeur de ce modèle est qu'il nécessite un temps de calcul important et un espace mémoire considérable. De plus, ces contraintes augmentent avec la montée en fréquence. Nous avons donc mis en place un second modèle dit « approché » (basé sur un certain nombre d'approximations) permettant de calculer l'interaction d'une onde avec une parcelle de forêt de façon à pouvoir traiter plus rapidement un grand nombre de configurations. Ce modèle nous permet également d'étudier des bandes de fréquences plus élevées (bande P et bande C). Le but de ce nouveau modèle est, à terme, de pouvoir inverser des données et ainsi retrouver, à partir de mesures radar, les paramètres significatifs de la forêt (densité d'arbres, hauteur des arbres, taux d'humidité...) (référence 7).

### **Description du sujet :**

Dans le cadre de la thèse proposée, nous souhaitons dans un premier temps proposer un modèle d'inversion adapté à notre problématique. Il s'agira d'un modèle d'inversion utilisant un algorithme génétique (algorithme évolutionniste) permettant de retrouver, grâce à un nombre limité de mesures, les paramètres de la parcelle de forêt observée (hauteur des arbres, permittivité et section) avec une précision satisfaisante. Dans une première étape de validation, le modèle "exact" sera utilisé afin de générer des données synthétiques pour simuler des mesures à inverser. Dans un second temps, plusieurs campagnes de mesures sur des maquettes permettront d'acquérir des données mesurées en situation contrôlée qui pourront alimenter notre modèle d'inversion et ainsi le valider réellement. Ces campagnes de mesures sont prévues dans le cadre d'un projet ANR déposé en collaboration avec l'Institut Fresnel qui dispose d'une base de mesures autorisant des configurations bistatiques variées. Dans un troisième temps il s'agira de proposer des évolutions sur le modèle d'inversion afin de pouvoir traiter des données de terrain obtenues dans le cadre du projet Biomass (<http://www.cesbio.ups-tlse.fr/fr/indexbiomass.html>) initié par le CESBIO.

Le sujet proposé est à la fois encadré par des membres du L2E localisé sur le campus de l'UPMC et un membre du L2S situé à Supélec pour des raisons de complémentarité sur les aspects modèles électromagnétiques et inversion. L'étudiant sera pour sa part localisé au L2E tout en interagissant de façon régulière avec le L2S.

### **Résultats attendus :**

Il s'agit, dans le cadre de cette thèse, de proposer des techniques d'inversion adaptées à un problème électromagnétique complexe tout en tenant compte des contraintes liées à la mesure du champ diffracté par une parcelle de forêt. Ce travail fait appel à différents domaines de compétence (mesures, inversion, modélisation électromagnétique) présents au sein du L2E et de ses partenaires académiques :

Institut Fresnel : <http://www.fresnel.fr/spip/spip.php?rubrique32> et  
L2S : <http://www.lss.supelec.fr>

*Compétences souhaitées :*

Intérêt pour la télédétection, l'analyse physique et la modélisation électromagnétique.

Bonne connaissance en programmation matlab, fortran, C et C++.

## **Références :**

- [1] H. Nguyen, H. Roussel and W. Tabbara, *A coherent model of forest scattering and SAR imaging in the VHF and UHF band*, IEEE Transaction on geoscience and remote sensing, pp 838-848, Vol 4, 2006.
- [2] Y. Ziadé, H. Roussel, M. Lesturgie and W. Tabbara, *A coherent model of forest propagation. Application to detection and localisation of targets using the DORT method*, IEEE Transaction on Antennas and propagation, pp 1048-1057, Vol 4, 2008
- [3] S. Bellez, C. Dahon and H. Roussel, *Analysis of the Main Scattering Mechanisms in Forested Areas: An Integral Representation Approach for Monostatic Radar Configurations.*, IEEE Transaction on geoscience and remote sensing, pp 4153-4166, Vol 47, n°12, December 2009.
- [4] I. Fenni, H. Roussel, M. Darces and R. Mittra, *Parallelized Multilevel Characteristic Basis Function Method Applied to Scattering Model for Forest Remote Sensing*, IEEE International Symposium on Antennas and Propagation, July 2013.
- [5] S. Bellez, H. Roussel, C. Dahon, and J-M. Geffrin, *A rigorous forest scattering model validation through comparison with indoor bistatic scattering measurements*, Progress In Electromagnetics Research B, Vol. 33, 1-19, 2011.  
doi:[10.2528/PIERB11063009](https://doi.org/10.2528/PIERB11063009) <http://www.jpier.org/pierb/pier.php?paper=11063009>
- [6] S. Bellez, H. Roussel, C. Dahon, A. Cheraly and J.C. Castelli, *Full Polarimetric Bistatic Radar Imaging Experiments on Sets of Dielectric Cylinders Above a Conductive Circular Plate*, IEEE Transaction on geoscience and remote sensing, to appear, July 2013.
- [7] M. Kanj, S. Bellez, C. Dahon, H. Roussel and B. Duchêne, *A new reciprocal model of scattering by a finite dielectric cylinder : Application to forest remote sensing*, Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2012.