

Modélisation de la propagation des ondes électromagnétiques et de leur interaction avec l'environnement.

Soutenance en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches de L'université de Toulouse

Le 18 Novembre 2021 à 10h30

Auditorium de l'ONERA
2 Avenue Édouard Belin
31400 Toulouse

Jury

Bernard UGEN (IETR)	Professeur	Rapporteur
Ali KHENCHAF (ENSTA)	Professeur	Rapporteur
Marc HELIER (UPMC)	Professeur	Rapporteur
Danielle VANHOENACKER-JANVIER (UCL)	Professeur	Examinatrice
Laurent FERAL (UPS)	Maître de conférences HDR	Parrain
Christophe BOURLIER (IETR)	Directeur de recherche CNRS	Examineur

Résumé

Lors de cette soutenance d'Habilitation à Diriger des Recherches seront présentés divers travaux de recherche portant sur la modélisation de la propagation des Ondes ElectroMagnétiques (OEM) en milieux complexes. Les travaux adressent notamment la modélisation numérique et analytique des interactions des OEM en environnement marin, avec la troposphère puis l'ionosphère, milieux naturels dont les effets sur la propagation des OEM sont sensibles aux fréquences micro-ondes. La modélisation numérique de la propagation par résolution de l'équation parabolique y est centrale. Elle sera appliquée aux différents environnements de propagation, pour différents types d'applications (radar, télécommunication ou positionnement par radionavigation GNSS). Les effets de réfraction et de scintillation atmosphérique (troposphérique, ionosphérique), des interactions avec le sol ou la surface de mer seront alors illustrés. L'ensemble de l'exposé sera complété par des exemples d'application à la télédétection active de l'atmosphère (restitution des profils verticaux d'indice de réfraction par inversion des échos radars ou de signaux GNSS en géométrie de Radio-Occultation, caractérisation de la turbulence troposphérique par sondage GNSS) que les thèmes précédemment évoqués ont opportunément mis à jour. Les perspectives de travaux envisagés sont centrées sur les problèmes de propagation des OEM dans l'ionosphère, avec comme principaux objectifs la caractérisation des fluctuations turbulentes de densité électronique du plasma ionosphérique, leur occurrence, la modélisation et la prévision des scintillations ionosphériques.

Mots clefs : Propagation des ondes électromagnétiques, modélisation, environnement marin, troposphère, ionosphère, scintillation, réfraction, équation parabolique, sondage micro-onde de l'atmosphère.

Abstract

During this "Habilitation à diriger des recherches" Defense will be presented various research works on the modeling of the propagation of electromagnetic waves (EMW) in complex environments. The work includes numerical and analytical modelling of EMW interactions in the maritime environment, in the troposphere and then the ionosphere, natural environments whose effects on EMW propagation are sensitive to microwave frequencies. In this work, numerical modeling of the propagation by resolution of the Parabolic Wave Equation (PWE) is central. It will be applied to different propagation environments, for different types of applications (radar, telecommunication or positioning by GNSS radio navigation). The effects of refraction and atmospheric scintillation (tropospheric, ionospheric), interactions with ground or sea surface will then be illustrated. The presentation will be complemented by examples of application to active remote sensing of the atmosphere (retrieval of vertical refraction index profiles by inversion of radar echoes or GNSS signals in Radio-Occultation geometry, characterization of tropospheric turbulence by GNSS). The prospects for work envisaged are centered on the problems of EMW propagation in the ionosphere, with the main objectives of characterizing the turbulent fluctuations in the electron density of the ionospheric plasma, their occurrence, modelling and prediction of ionospheric scintillations.

Keywords: Electromagnetic propagation, modelization, maritime environment, troposphere, ionosphere, scintillation, refraction, parabolic wave equation, microwave atmosphere remote sensing