

Modélisation de la propagation Terre-Espace en bande Ka dans les zones tropicales et équatoriales.

Soutenance de thèse de Valentin LE MIRE

10 Mai 2021 à 14h00

Salle des thèses de l'ISAE,
10 Avenue Edouard Belin,
31400 Toulouse

Jury

Pr. Danielle VANHOENACKER-JANVIER (rapporteuse)
Pr. Carlo RIVA (rapporteur)
Pr. Fernando PEREZ FONTAN (examinateur)
Dr. Laurent FERAL (examinateur)
Dr. Laurent CASTANET (encadrant de thèse)
Dr. Xavier BOULANGER (directeur de thèse)

Résumé

Depuis maintenant quelques années, de nombreux pays émergents deviennent des acteurs importants sur le marché des télécommunications. De par le sous-développement, voire même, l'absence d'infrastructures terrestres, les télécommunications par satellite sont particulièrement attrayantes pour ces pays. Cependant, une des grandes particularités de ces pays est qu'ils se trouvent majoritairement en régions tropicales et équatoriales. Cet aspect est ici mis en avant car la propagation Terre-Espace a été, jusque-là, principalement étudiée pour des régions tempérées telles que l'Europe et l'Amérique du Nord. Ces études ont montré qu'aux bandes de fréquences actuellement utilisées pour les systèmes de télécommunications par satellites, l'atténuation du signal la plus importante était causée par la pluie. Néanmoins, les caractéristiques des événements précipitants en régions tropicales et équatoriales sont très différentes de celles observées en régions tempérées. De ce fait, une étude plus approfondie des différents modèles de propagation en régions tropicales et équatoriales est aujourd'hui nécessaire. De surcroit, il existe aujourd'hui un manque flagrant de données expérimentales dans ces régions pour permettre de valider et optimiser les modèles d'atténuation existants.

C'est dans cette problématique que s'inscrit cette thèse en proposant l'utilisation d'un nouveau type de modèle hybride utilisant un simulateur numérique de l'atmosphère à haute résolution couplé à un module d'atténuation troposphérique. L'intérêt d'un tel modèle hybride est de pouvoir modéliser la propagation troposphérique pour tout type de liaison satellite. Ce modèle WRF-EMM est ici testé pour la première fois en région équatoriale à Kourou, à l'aide des données expérimentales recueillies durant la campagne de propagation ONERA/CNES en Guyane Française. Après l'observation d'une performance du modèle très variable d'un point de vue mensuel, une optimisation du modèle météo est présentée afin d'obtenir une configuration plus adéquate pour Kourou.

Mots-clés : systèmes de communications par satellite, canal de propagation, atténuation troposphérique, modèle météo à haute résolution, WRF.

For a few years now, many emerging countries have become important players in the telecommunications market. Due to the underdevelopment and even the lack of terrestrial infrastructure, satellite telecommunications are particularly attractive to these countries. However, one of the major particularities of these countries is that they are mainly located in tropical and equatorial regions. This aspect is put forward here because the Earth-Space propagation has, until now, been mainly studied for temperate regions such as Europe and North America. These studies showed that at the frequency bands currently used for satellite telecommunications systems, the most significant attenuation of the signal was caused by rain. Nevertheless, the characteristics of precipitating events in tropical and equatorial regions are very different from those observed in temperate regions. Therefore, a more in-depth study of the different propagation models in tropical and equatorial regions is now necessary. Additionally, there is, today, a clear lack of experimental data in these regions to validate and optimize existing attenuation models.

It is within this problematic that this PhD proposes the use of a new type of hybrid model using a high-resolution numerical weather prediction model coupled with an electromagnetic attenuation module. The advantage of such a hybrid model is that it can simulate tropospheric propagation for any type of satellite link. This WRF-EMM model is tested here for the first time in an equatorial region in Kourou, using experimental data collected during the ONERA / CNES propagation campaign in French Guyana. After observing a high monthly variability of the performance of the model, an optimization of the WRF weather model is presented in order to obtain a more adequate configuration for Kourou.

Keywords: satellite communications systems, propagation channel, tropospheric attenuation, numerical weather prediction models, WRF.