

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

Valentin LE MIRE – ONERA, Toulouse (DEMR/PER)  
Valentin.Le\_Mire@onera.fr

Directeur de thèse : Xavier BOULANGER, CNES  
Co-directrice de thèse : Bouchra BENAMMAR, CNES

## I. Contexte Scientifique

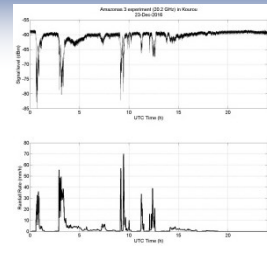
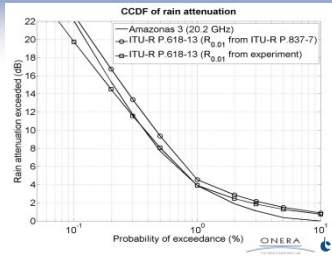
Aujourd'hui, le besoin en **bande passante** est de plus en plus **élevé** pour les applications de télécommunications, il est donc nécessaire d'utiliser des **bandes de fréquences plus hautes** telles que les **bandes Ka (20-30GHz)** et **Q/V (40-50GHz)**. Mais l'utilisation de ces bandes de fréquences s'accompagne d'une augmentation des perturbations atmosphériques, telles que **l'atténuation due à la pluie**, aux nuages ou aux gaz ainsi que la **scintillation troposphérique** et la **dépolarisation** due aux hydrométéores.

Cette thèse se déroule dans la continuité des travaux de recherche du département DEMR de l'ONERA Toulouse dans le but de développer et valider des modèles de propagation fiables et efficaces, avec une attention particulière sur **les régions tropicales et équatoriales** pour deux raisons :

- les caractéristiques microphysiques (DSD, humidité), temporelles (saisons sèches, moussons) et spatiales (lignes de grain) des phénomènes météorologiques y sont différentes,
- les modèles existants ne sont que très peu validés pour ce type de climat.

Pour répondre à cette problématique en régions tropicales et équatoriales, le CNES et l'ONERA mènent actuellement des campagnes de mesures en Inde et en Guyane. De plus l'ONERA a récemment développé un nouveau modèle prometteur qui devra être validé pour ces types de climat.

## II. Campagne AMAZONAS 3 en Guyane



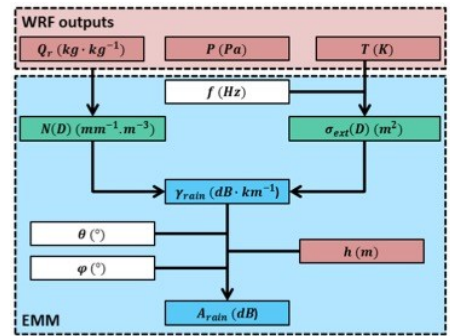
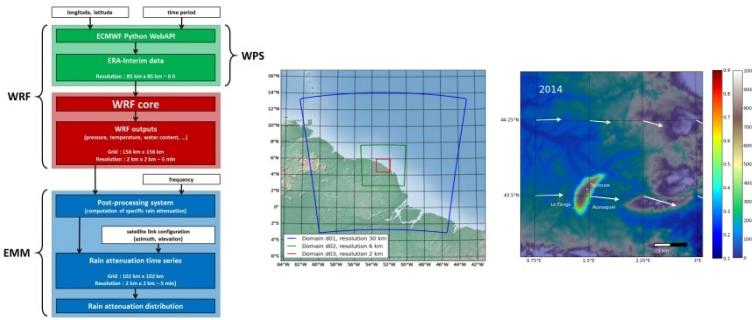
## III. Modèle WRF-EMM

Le modèle WRF-EMM est un modèle hybride météorologique-électromagnétique développé au sein de l'unité PER du département DEMR de l'ONERA Toulouse qui permet de synthétiser des séries temporelles caractérisant le canal de propagation Terre-Espace. Ce modèle s'appuie sur deux composantes indépendantes :

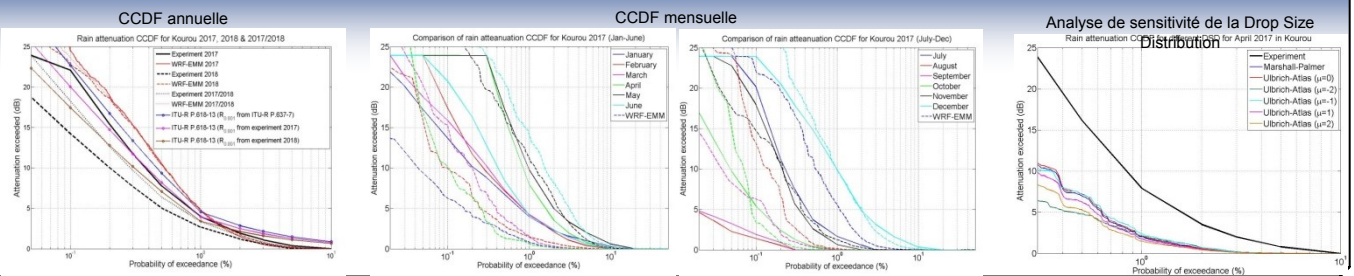
**Le modèle de prévision météorologique WRF** (Weather Research Forecast) développé par le NCEP (National Centers for Environmental Prediction) et le NCAR (National Center for Atmospheric Research) aux États-Unis.

Il permet de simuler plusieurs variables physiques régissant l'état 4D de l'atmosphère avec des résolutions spatiales et temporelles suffisamment fines (2x2 km<sup>2</sup>, 5 min) pour permettre leur conversion en données de propagation.

**Le module électromagnétique (EMM)** développé au sein du département, qui permet la génération de séries temporelles ainsi que des statistiques nécessaires au dimensionnement des systèmes de communication par satellites.



## IV. Résultats Principaux



## IV. Conclusion & Perspectives

- Utilisation d'un simulateur numérique de l'atmosphère pour créer des statistiques de propagation.
- Des résultats raisonnables mais nécessitant une configuration plus approfondie du modèle météorologique pour obtenir des résultats plus réalistes.
- Des résultats annuels corrects malgré une faible adéquation des Cumulative Complementary Distribution Functions mensuelles.