

## CIFRE PhD thesis

### PhD Position on Large-scale Optimization of 5G Integrated Terrestrial and non-Terrestrial Networks

Candidate: Henri Alam

Supervisors:

Huawei Technologies Co. Ltd.: Dr. Antonio De Domenico

EURECOM - Communication Systems department: Prof. Florian Kaltenberger

#### Contexte

Ces dernières années, notre société a connu un développement considérable dans le domaine des satellites et de l'aérospatiale, ainsi que dans celui des systèmes de communication sans fil à l'échelle mondiale. Les réseaux cellulaires continuent d'évoluer pour répondre au besoin croissant de notre société en services de connectivité omniprésente et continue dans tous les domaines de notre vie. Les progrès récents en matière de services de lancement de satellites à moindre coût ouvrent la voie à des communications spatiales abordables et à des applications de télédétection grâce aux réseaux en orbite terrestre basse. L'intégration de la 5G terrestre et des NTN a le potentiel de faciliter la connectivité dans les zones actuellement mal desservies, d'accélérer les services mobiles pour les drones, et d'améliorer la fiabilité et la continuité des services 5G.

#### Objectif

Tout d'abord, nous visons à analyser et à dimensionner des réseaux terrestres et NTN intégrés pour fournir des services hétérogènes, en considérant de nouvelles architectures de réseau, composées de déploiements basés sur des satellites opérant sur différentes orbites et complétés par des véhicules aériens (tels que des drones ou des plateformes à haute altitude (HAP)). Ces études d'architecture et de dimensionnement permettront d'analyser des densités de déploiement, des fréquences de fonctionnement et des configurations de nœuds distinctes afin de répondre à l'évolution de la distribution des utilisateurs et des exigences en matière de trafic.

Après avoir acquis une compréhension approfondie des principales caractéristiques de cette nouvelle architecture 3D, nous voulons tirer parti de ses technologies complémentaires pour optimiser la performance des utilisateurs ainsi que l'efficacité de l'utilisation des ressources du réseau, par exemple l'énergie et le spectre.

#### Organisation des travaux de recherche

Pour relever les défis mentionnés ci-dessus, la thèse de doctorat se concentrera sur la caractérisation du réseau 3D au niveau du système, en utilisant le simulateur système de Huawei, Atlantis. Atlantis caractérise correctement les performances des réseaux terrestres classiques, en exploitant autant que possible les données collectées dans le réseau pour modéliser les propriétés des stations de base et des équipements utilisateurs terrestres.

Premièrement, l'étudiant étendra Atlantis en incluant une caractérisation réaliste des réseaux non terrestres, en s'appuyant sur des études existantes, par exemple celles du 3GPP ou d'autres projets de recherche collaboratifs. Deuxièmement, l'étudiant optimisera les principaux paramètres de déploiement du réseau, à savoir les densités de stations de base terrestres et non terrestres, leurs fréquences de fonctionnement, ainsi que leurs principaux paramètres de en tenant compte de différents scénarios (urbain dense, urbain, etc.) et des distributions de trafic correspondantes. Troisièmement, il étudiera les performances de ce réseau 3D optimisé, et identifiera les principaux problèmes de performances et les moyens de les améliorer grâce à de nouvelles fonctionnalités de réseau conçues pour gérer les ressources des stations de base terrestres et non terrestres dans leur ensemble. Enfin, l'étudiant développera un cadre d'optimisation stochastique, adapté aux réseaux pratiques, afin d'optimiser un large éventail de paramètres d'optimisation dans un réseau terrestre et NTN intégré déjà opérationnel.

## CIFRE PhD thesis

---

À titre de référence, un calendrier provisoire des activités de recherche à effectuer au cours du doctorat est fourni ci-dessous :

1. **État de l'art (T0 -> T0+3)**
2. **Modélisation numérique du réseau non terrestre 5G (T4 -> T0+6)**
3. **Optimisation du déploiement des réseaux non terrestres 5G (T0+6 -> T0+18)**
4. **Optimisation stochastique sur le réseau terrestre et non terrestre intégré (T0+18 -> T0+32)**
5. **Préparation du manuscrit de thèse et soutenance orale (T0+32 -> T0+36)**

### Résultats scientifiques escomptés

Ce sujet de thèse s'inscrit dans les domaines de recherche de l'optimisation, de l'apprentissage machine et des futurs réseaux mobiles. Nous ciblerons des revues et conférences de haute qualité qui présentent un intérêt pour le domaine de la recherche en communication (par exemple, IEEE JSAC, IEEE Transactions on Communications, IEEE Transactions on Wireless Communications, IEEE Transactions on Green Communications and Networking, IEEE Globecom, et IEEE ICC).